



III Encontro Mineiro de Educação Matemática

Desafios atuais do professor de Matemática

5 a 7 de novembro de 2003

Universidade Federal de Minas Gerais
Campus Universitário - Pampulha
Belo Horizonte - MG

Informações/Inscrições

Escola Fundamental do Centro Pedagógico da UFMG
Secretaria da SBEM-MG/Cenex
Av. Presidente Antônio Carlos, 6.627 - Campus
CEP. 31270-901 • BH/MG • Fones: (31) 3499-5181, 3499-5175 e 3499-5182
Acesse: www.cp.ufmg.br

Promoção



Realização



FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DO VALE DO JEQUITINHONHA
FACULDADE DE FILOSOFIA E LETRAS DE DIAMANTINA - FAFED
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA



III Encontro Mineiro de Educação Matemática 2003

Organização: Diretoria da SBEM-MG

Tânia Margarida Lima Costa
Heloísa B. Nascentes Coelho
Maria da Conceição Ferreira Reis Fonseca
Jussara de Loiola Araújo
Vanessa Sena Tomaz

Comitê Científico:

Airton Carrião
Cristina Ferreira de Sá Tavares
Elenice de Souza Lodrn Zuin
Eliane Scheid Gazire
Heloísa B. Nascentes Coelho
João Bosco Laudares
Jussara de Loiola Araújo
Lamounier Jolino de Assis
Maria Clara Rezende Frota
Maria da Conceição Ferreira Reis Fonseca
Maria Laura Magalhães Gomes
Vanessa Sena Tomaz
Wagner Lannes
Wellington José da Cunha

Editoração e Composição dos Anais:

Maria da Conceição Ferreira Reis Fonseca
Priscila Coelho Lima
Vinícius Lage de Oliveira
Marina Eliza Pacífico Quirino
Paula Resende Adelino
Cynthia Adriádne Santos
Núcleo de Educação de Jovens e Adultos NEJA-UFMG
Laboratório de Produção de Material Didático
da Faculdade de Educação UFMG - PROMAD

Promoção:

Sociedade Brasileira de Educação Matemática - Regional Minas Gerais
Escola Fundamental do Centro Pedagógico da UFMG

Apoio:

PUC-MINAS Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - Betim
UNIVALE Universidade Vale do Rio Doce
Faculdade Pedro Leopoldo
Colégio Marista Dom Silvério
FUNCESI Itabira
FEVALE Fundação Educacional do Vale do Jequitinhonha
FASF- Luz

Colaboradores:

Aécio Oliveira de Miranda
Airton Carrião
Crislen Soeiro
Cristina Ferreira de Sá Tavares
Elenice de Souza Lodron Zuin
João Bosco Laudares
Lamounier Jolino de Assis
Lia Mendonça Porto
Lucelia A. Radin
Maria Clara Rezende Frota
Maria do Carmo Vila
Maria Laura Magalhães Gomes
Mariza Bicalho Resende
Rodney Alves Barbosa
Wellington José da Cunha

Secretária da SBEM:

Eliane Faria Ramos de Giménez

III Encontro Mineiro de Educação Matemática (III EMEM)
5 a 7 de novembro de 2003
UFMG

CONFERÊNCIAS

Conferência de Abertura:

Professora Maria Laura Leite Lopes – UFRJ

Conferência de Encerramento:

Professora Célia Maria Carolino Pires (Presidente da SBEM)

OBJETIVOS DO III EMEM

- Reunir professores, pesquisadores e estudantes em torno das questões da Educação Matemática que preocupam a comunidade e instigam a busca de alternativas;
- Promover a divulgação, a discussão e a troca de experiências e pesquisas em Educação Matemática;
- Contemplar de modo especial questões relativas à prática educativa dos professores de Matemática, sua formação inicial e continuada, suas condições de trabalho, suas perspectivas e possibilidades;
- Realizar a Assembléia dos sócios da Regional Minas Gerais da Sociedade Brasileira de Educação Matemática.

SUMÁRIO

MESAS REDONDAS	08
MR1: PROPOSTAS CURRICULARES E ENSINO DE MATEMÁTICA	
Luiz Márcio Imenes (Editora Scipione)	
Denise Alves de Araújo (UNI-BH)	09
Marger Conceição Ventura Viana (UFOP)	
MR2: ETNOMATEMÁTICA	
Roseli de Alvarenga Correa (UFOP)	
Sônia Clareto (UFJF)	47
Ana Maria Rabelo Gomes (FAE/UFMG)	
MR3: JOGOS E EXPERIMENTAÇÃO NAS AULAS DE MATEMÁTICA	
Maria Cristina Costa Ferreira (ICEX/UFMG)	
Heloísa Borges Coelho (CP/UFMG)	84
Eduardo Sarquis (COPEM)	
MR4: INFORMÁTICA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	
Arlindo José de Souza Júnior (UFU)	
Diva Silva Almeida (UNIVALE)	90
João Bosco Laudares (PUC Minas e CEFET-MG)	
MR5: ENSINO SUPERIOR	
Frederico da Silva Reis (UNIBH e UFOP)	
Maria Clara Rezende Frota (PUC Minas)	113
Plínio Cavalcanti Moreira (ICEx-UFMG)	
MR6: HISTÓRIA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	
Elenice de Souza Lodron Zuin (PUC Minas/Betim e FEAMIG)	
Maria Laura Magalhães Gomes (ICEx-UFMG)	153
Romélio Mara Alves Souto (UFSJ)	
MR7: GEOMETRIA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	
Adlai Ralph Detoni (UFJF)	
Eliane Scheid Gazire (UNI-BH)	202
Maria da Penha Lopes (Faculdades Integradas de Pedro Leopoldo)	
MR8: FORMAÇÃO DE PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA	
Ana Cristina Ferreira (UFOP)	
Luly Rodrigues (PUC Minas/Betim)	224
Roberto Marques (UEMG)	

MR9: A CALCULADORA NA SALA DE AULA

Airton Carrião (COLTEC/UFMG)	256
Edmar Henrique Rabelo (CP/UFMG)	
Antonio Lopes Bigode (CEM)	

MR10: EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DE JOVENS E ADULTOS

Maria Celeste Reis de Souza (UNIVALE)	267
Maria Amélia Castro Giovanetti (NEJA/UFMG)	
Maria da Conceição Ferreira Reis Fonseca (PROEF/UFMG)	

MR11: PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Maria Queiroga Anastácio (UFJF)	291
Tânia Margarida Lima Costa (SBEM-MG)	
Maria do Carmo Vila (UFOP)	

MR12: INTERDISCIPLINARIDADE

Jussara de Loiola Araújo (ICEx-UFMG)	314
Ronaldo Abrão Pimentel (PUC Minas/Betim)	
Vanessa Sena Tomaz (Faculdades Integradas de Pedro Leopoldo)	

MR13: PROCESSOS COGNITIVOS E LINGÜÍSTICOS

Amarildo Melchhiades da Silva (UFJF)	357
Ana Maria da Silveira Bossi (UNIVALE)	
Maria Manuela S. David (FaE-UFMG)	

MR14: DESAFIOS DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA NA ESCOLA INCLUSIVA

Inês Assunção de Castro Teixeira (FaE-UFMG)	393
Wagner Ahmad Auarek (UNI-BH)	
Wellington José da Cunha (UNI-BH)	

OFICINAS PEDAGÓGICAS

406

EDUCAÇÃO INFANTIL E CICLOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

406

CICLOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL E ENSINO MÉDIO

420

OFICINAS COM RECURSOS COMPUTACIONAIS

449

COMUNICAÇÕES CIENTÍFICAS E RELATOS DE EXPERIÊNCIA

464

TEMA 01 FORMAÇÃO DE PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA

464

TEMA 02 PROPOSTAS CURRICULARES E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	566
TEMA 03 O ENSINO DE TÓPICOS ESPECÍFICOS DA MATEMÁTICA	613
TEMA 04 AVALIAÇÃO NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	677
TEMA 05 ASPECTOS COGNITIVOS E LINGÜÍSTICOS NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	763
TEMA 06 INTERDISCIPLINARIDADE E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	953
TEMA 07 NOVAS TECNOLOGIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	1010
TEMA 08 ETNOMATEMÁTICA	1090
TEMA 09 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DE JOVENS E ADULTOS	1121
TEMA 10 RELAÇÕES ENTRE O ENSINO SUPERIOR E A ESCOLA BÁSICA	1150
TEMA 11 JOGOS E EXPERIMENTAÇÃO NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA	1217
TEMA 12 HISTÓRIA DA MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO	1265

MESAS-REDONDAS

MR1 PROPOSTAS CURRICULARES E ENSINO DE MATEMÁTICA

O CURRÍCULO DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS: REFLEXÕES SOBRE O ENSINO MÉDIO

Denise Alves de Araújo

A Educação de Jovens e Adultos (EJA) se constitui como um campo fértil, porém, ainda, carente de pesquisas, embora venha conquistando cada vez mais espaços de discussão. Entre as temáticas que demandam investigação, SOARES (1999) aponta como particularmente importantes

“a necessidade de se estabelecer um perfil do aluno mais aprofundado, a tomada da realidade em que está inserido como ponto de partida das ações pedagógicas, o repensar de currículos com metodologias e materiais didáticos adequados às suas necessidades e a formação de professores condizente com a especificidade da EJA”. (p.1)

A marca do que se tem chamado de EJA poderia ser localizada no atendimento a um público que, por razões e formas diversas, foi em algum momento da vida excluído da escola. Assim, jovens e adultos que procuram a EJA têm uma expectativa de inclusão social que passa pela inclusão na escola. O conhecimento matemático escolar compõe o contexto cultural no qual esse público quer incluir-se. É nesse sentido que faz-se necessário que educadores e pesquisadores comprometidos com a EJA se debrucem sobre as questões que se referem ao acesso a esse conhecimento.

Dentre esses *excluídos* estão os jovens e adultos que não tiveram acesso ao Ensino Médio, ou com uma trajetória de escolarização irregular, ou ainda, os adolescentes que cursam esse segmento na idade considerada “adequada”, mas pertencem aos grupos econômicos desfavorecidos. São essas as pessoas que mais necessitam de propostas comprometidas por serem as mais prejudicadas pelas desigualdades nos próprios sistemas educativos, pois dependem quase exclusivamente da escola para ter acesso a

determinados bens culturais e a novas oportunidades de formação profissional.

Particularmente, no que diz respeito ao Ensino Médio, o atendimento não tem sido significativo frente à demanda existente. Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais (1999), o Ensino Médio no Brasil tem atingido apenas 25 % dos adolescentes entre 15 e 17 anos. Esse documento, porém, não faz menção aos jovens e adultos que ainda não tiveram acesso a esse segmento da escolarização (em muitos casos nem aos segmentos anteriores) e que a ele tem direito. Dessa forma, o “não atendimento” deveria apresentar índices muito mais alarmantes.

O censo escolar de 2001¹ apontou que o Ensino Médio de EJA no Brasil obteve um total de 1 000 769 matrículas, sendo que 78 % na escola pública. Segundo PIERRO (2000), a participação da iniciativa privada vem caindo nos últimos anos². Porém, o censo escolar considera apenas cursos presenciais com avaliação no processo, deixando de contar os muitos cursos livres, semi-presenciais, de educação à distância, que evidenciariam uma participação muito maior da iniciativa privada. A autora ressalta, ainda, que os cursos presenciais atendem mais a adolescentes com defasagem idade-série do que realmente a jovens e adultos. Particularmente, em Belo Horizonte, os dados do censo de 2001 apontam para uma expressiva participação da iniciativa privada no Ensino Médio para Jovens e Adultos o que justifica que esse segmento seja objeto de pesquisas.

Não há dúvidas sobre a necessidade de se discutirem diretrizes para a Educação de Jovens e Adultos. Entretanto, novas orientações curriculares não atingem de imediato a prática concreta nas salas de aula. No ensino regular essa influência depende muito da incorporação destas orientações pelo livro didático. Pois segundo SACRISTÁN (1998, p.149) “*os textos didáticos são os autênticos responsáveis pela aproximação das prescrições curriculares aos professores*”. A esse processo é inerente uma interpretação por parte dos autores dos livros que, provavelmente, leva em conta os interesses das

¹ Dados do INEP obtidos na página www.inep.gov.br

² PIERRO se refere a dados coletados até 1998, porém os dados de 2001 confirmam as observações dessa autora.

editoras. Dessa forma, por meio dos livros, essas novas orientações podem (ou não) chegar às escolas.

No Ensino Médio, é comum que as escolas (ou a rede a qual pertencem) elaborem seus próprios materiais, já que nessa etapa há um maior número de disciplinas e portanto haveria mais livros para serem comprados. Como os alunos do Ensino Médio das escolas públicas não recebem os livros gratuitamente, algumas delas também recorrem a confecção de materiais³. Essa prática é comum na EJA, tanto no Ensino Médio como no Ensino Fundamental.

No entanto, como o programa de Matemática para Ensino Médio que tem servido de fonte para a elaboração de livros didáticos, programas de vestibulares e concursos é extremamente extenso, isso tem induzido a elaboração de livros organizados de forma esquemática e pouco contextualizada.

As iniciativas de Educação escolar para Jovens e Adultos, em todos os níveis, convivem com o conflito entre construir um currículo que contemple as especificidades desse público, suas demandas e potencialidades e submeter-se ou incorporar o currículo oficial. Para o Ensino Médio, porém, parece ser mais forte a opção por adaptar o currículo construído historicamente e socialmente para o ensino regular. Nas escolas particulares que atendem o público da EJA nesse nível é muito comum, quase regra, a elaboração de materiais didáticos próprios. As condições de produção desses materiais, que não são equiparáveis às de um livro didático, podem revelar muito sobre o recorte que se faz desse currículo “oficial” e as possíveis consequências das escolhas que são feitas.

Em março de 1990, em Jomtien, na Tailândia, representantes de 155 governos, agências internacionais, organizações não-governamentais e associações profissionais participaram da Conferência Mundial “Educação para Todos”. Nesse encontro foi elaborada uma Declaração, na qual os governos dos países participantes se comprometiam a assegurar Educação Básica de qualidade para crianças, jovens e adultos. A realização desse evento foi

³ O mercado editorial oferece livros em volume único que podem ser usados durante todo o Ensino Médio talvez essa produção represente uma tentativa de fazer frente às “apostilas”, elaboradas principalmente pelas redes particulares de ensino, que atendem inclusive as classes econômicas que teriam condições financeiras para adquirir livros.

impulsionada por quatro organismos internacionais: Unesco (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), Unicef (Fundo das Nações Unidas para a Infância), PNUD (Programa das Nações Unidas para o desenvolvimento) e Banco Mundial, que ainda trabalham na continuidade dessa iniciativa.

Na proposta da Conferência de Jomtien, os Direitos Humanos são considerados fundamentais para definir as necessidades básicas de aprendizagem a serem convertidas em conhecimentos e habilidades que serão desenvolvidos no plano educativo.

O que é *“básico”*, entretanto, não pode ser entendido como sinônimo de *mínimo* ou *simplificado*, até porque as competências para satisfazer as necessidades consideradas básicas podem ser, muitas vezes, complexas (SCHMELKES, 1996). Os documentos do encontro na Tailândia indicaram dois critérios para se definir os *“conhecimentos teóricos e práticos, destrezas, valores y actitudes”* básicos: a) a capacidade para responder às necessidades básicas das pessoas⁴ e b) a capacidade de servir de alicerce para a aquisição de conhecimentos mais avançados.

SCHMELKES (1996) destaca que as competências⁵ (ou necessidades básicas) abarcam quatro componentes: *informação, conhecimentos, habilidades e valores*.

A partir dessas reflexões foi desenvolvido um trabalho de pesquisa⁶ (1999 a 2001) que tinha por objetivo identificar e analisar o currículo de Matemática que vem sendo construído para o Ensino Médio da Educação de Jovens e Adultos (EJA), usando como fonte dessa identificação e análise os materiais didáticos produzidos pelas escolas. Tomando como parâmetro a reflexão sobre as *necessidades básicas de aprendizagem de jovens e adultos*

⁴ Essas necessidades estão relacionadas aos conhecimentos, habilidades e valores indispensáveis para se viver com dignidade, segundo a Declaração Mundial dos Direitos Humanos e com os deveres inerentes a nossa sociedade.

⁵ SCHMELKES define competências como sendo *“el resultado de la confrontación sintética entre lo que los educandos han logrado acumular por la experiencia – propia o de generaciones pasadas – y el aporte de información, conocimientos, habilidades y formas de concebir al ser humano y sus interrelaciones que vienen desde el educador.”*

⁶ Dissertação de mestrado da autora deste texto, com o título *“O Ensino Médio na Educação de Jovens e Adultos : O material didático de Matemática e o atendimento às Necessidades Básicas de Aprendizagem”*, orientada pela prof. Dr. Maria Manuela M. Soares David. e co-orientada pela prof. Dr. Maria da Conceição F. Reis Fonseca do programa de pós-graduação da Faculdade de Educação da UFMG.

(SCHMELKES, 1996), pretendíamos que essa análise dialogasse com a pesquisa em Educação Matemática. Ao apresentar um “painel” que procurasse mostrar como se estruturam os currículos de Matemática no Ensino Médio para jovens e adultos, propúnhamos discutir de que maneira esse currículo atende ao que definiremos como *necessidades básicas de aprendizagem de Matemática* e às demandas próprias da juventude e da vida adulta.

Consideramos que o material produzido pelas escolas refletem as concepções que as pessoas envolvidas com sua elaboração, bem como a instituição que a utiliza, tem sobre *Educação de Jovens e Adultos, Matemática e Ensino de Matemática, Ensino Médio* (seus objetivos, principalmente). Por meio da análise desse “porta voz”, poderíamos conhecer o currículo de Matemática de Ensino Médio que vem sendo construído pelas escolas que atendem ao público da EJA.

Ao iniciar a análise desses materiais, procuramos estabelecer categorias que refletissem a discussão em torno das *necessidades básicas de aprendizagem*. Para isso, tomamos emprestadas as denominações usadas por SCHMELKES (1996) para os componentes que formam as competências básicas a serem desenvolvidas através da Educação. Concentramos nosso estudo na Matemática escolar, nos aspectos perceptíveis na análise do material didático elaborado e ou utilizado por escolas de Ensino Médio para EJA.

Três escolas foram selecionadas para essa pesquisa (duas particulares – sendo uma preparatória para exames (A) e outra com avaliação no processo (B) - e uma pública(C)).

Logo à primeira leitura orientada do material, alguns pontos já chamam a atenção, tais como a escolha de conteúdos, sua organização, o modo como são apresentados e os tipos de exercícios. Esses pontos foram as principais referências na definição dos modos como seriam abordadas as categorias eleitas para a análise desses materiais didáticos.

Ao tecer nossa análise, num primeiro momento, destacamos os conteúdos contemplados em cada material uma vez que, nesta pesquisa essa seleção se constituía como um dos principais indícios da proposta curricular de Ensino Médio para jovens e adultos.

Seleção de conteúdos

Por meio das listas de conteúdos apresentadas em cada material didático pudemos coletar informações que respondem à pergunta: o que da Matemática se pretende ensinar para alunos jovens e adultos do Ensino Médio? Essa lista de conteúdos forneceria as primeiras pistas sobre o currículo que cada instituição vem construindo.

Em função da freqüente redução de tempo⁷ dos cursos da Educação de Jovens e Adultos (EJA), as instituições e os professores se vêem, muitas vezes, "forçados" a fazer uma seleção de conteúdos entre os já selecionados nos currículos da escola "regular". Essa seleção é feita, quase sempre, dentro de um conjunto de conteúdos previamente construídos para o ensino regular e validados socialmente. Os elaboradores dos materiais didáticos e depois os professores, então, fazem escolhas que, mesmo não sendo explicitamente refletidas, indicam suas concepções de Educação de Jovens e Adultos, Matemática, Ensino de Matemática, entre outras.

Comparando o material da Escola C, que é pública, com o da Escola B, particular e semestral, vimos que a primeira apresentou uma relação de conteúdos menor, mesmo dispondo de mais tempo. Já a Escola A, preparatória para exames, apresenta uma "lista" de conteúdos escolhidos a partir da programação das provas para a qual prepara e que, como pudemos comprovar ao longo da análise, não ultrapassa (e talvez não pudesse mesmo fazê-lo em função do tempo reduzido) o proposto nem no que diz respeito a escolha de conteúdos e nem na forma como são abordados.

Para analisar a "forma" como os conteúdos selecionados são abordados utilizados os componentes propostos por Schmelkes: informação, conhecimento, habilidades e valores redimensionados para uma análise em Educação Matemática.

Informação

⁷ Quando falamos em "tempo reduzido" estamos comparando ao tempo destinado a cada segmento da escolarização no Ensino regular que é, quase sempre, tomado como parâmetro. Ressaltamos que a Educação de jovens e adultos poderia dispor de tempos diferentes, maiores ou menores que o regular, desde que as propostas para esse público levassem em conta suas especificidades e não perdessem de vista a qualidade dos resultados obtidos.

Embora, a definição de Schmelkes (1996) para *informação* esteja de acordo com um conceito ampliado de Educação, entendida como um processo que não se realiza apenas no espaço escolar, restringimos nossa análise a informações "próprias" do currículo [escolar] e perceptíveis nos textos didáticos. Por outro lado, aspectos da informação não priorizados por essa autora serão destacados em nossa análise (tais como: informações relativas ao Ensino Médio e questões mais específicas da Educação Matemática), porque são de particular interesse dos alunos jovens e adultos que cursam o Ensino Médio e porque são reveladores das concepções de Educação, Ensino de Matemática e Educação de Jovens e Adultos daqueles que elaboraram os materiais.

Assim, nesta pesquisa, consideramos como *informação* os vários fatos, dados e narrativas expressos nos materiais didáticos e que, potencialmente, podem desempenhar algum papel no processo de aprendizagem.

- Informação histórica

Consideramos como *informação histórica* de Matemática, primariamente, a citação de personagens que se destacaram na construção da Matemática da forma como a conhecemos hoje. Essas informações responderiam às perguntas: *quem? quando? e onde?* Uma forma mais elaborada de informação seria a descrição do contexto em que essas "descobertas" foram feitas, suas motivações e conseqüências.

- Informações sobre a "utilidade" da Matemática

Seriam as informações que fornecessem elementos para responder à pergunta: *Para que serve a Matemática?* Muitos dos trechos selecionados, entretanto, não eram mais do que indicações de áreas do conhecimento, profissões ou mesmo outros conteúdos da Matemática nos quais é utilizado tal conceito ou procedimento, dizendo muito pouco sobre a maneira *"como"* se vai utilizá-lo naquela dada situação e *"por quê"*.

- Informações "estritamente" matemáticas

Essas informações dizem respeito à pergunta: *que conclusões a Matemática apresenta por meio de seus enunciados?*

Destacamos como *informações “estritamente” matemáticas* as definições, enunciados e resultados que aparecem de forma isolada, sem nenhuma explicação que os esclareça.

-Informação de contexto não matemático

Seria pertinente perguntar também que outras informações (sem relação direta com a Matemática) podem ser detectadas no texto ?

Os materiais didáticos (livros, apostilas, vídeos, etc.), em geral, não trazem exclusivamente informações sobre a disciplina a cujo ensino se destinam. No caso da Matemática, por exemplo, muitas são as informações que podem ser veiculadas através de seus textos didáticos. Muitas dessas informações poderiam estar em outros contextos (outros livros, por exemplo).

A maioria das *informações* encontradas nos textos dos três materiais é *tipicamente matemáticas*. O material da escola A é o que apresenta menor diversidade de *informações*. Nos três materiais, entretanto, as *informações históricas*, sobre *a utilidade da matemática* e de *contexto não-matemático*, em geral, parecem funcionar como “adorno” do texto não sendo usadas como elementos necessários para a compreensão do conhecimento matemático.

Conhecimento

Na discussão sobre “*conhecimento*” como uma *necessidade básica de aprendizagem* contemplamos as possibilidades de construção de estratégias de atribuição de significados que os materiais didáticos analisados viabilizam ou deveriam viabilizar.

Estratégias para atribuição de significado no contexto da Matemática

Muitas “descobertas” na Matemática ocorreram por meio de especulações teóricas, sem nenhuma preocupação, a princípio, com a utilização “prática” do conhecimento. E, mesmo que um determinado resultado seja obtido com a experimentação, só será validado dentro dessa ciência quando for deduzido. Assim, procuramos destacar trechos nos quais essa organização lógica da ciência é apresentada.

Estratégias para atribuição de significado em outros contextos

A resolução de uma situação problema [ou, pelo menos, sua exposição] é uma outra forma de atribuir significado ao conhecimento matemático. Esses problemas não precisam, necessariamente, ser ligados ao cotidiano de cada indivíduo, mas podem relacionar-se também aos problemas de interesse geral da sociedade, da qual fazemos parte. Os significados atribuídos a partir de situações específicas teriam (ou deveriam ter) uma relação com aqueles forjados em contexto puramente matemático, na medida em que procedimentos usados para resolver problemas específicos podem ser generalizados e, eventualmente, voltar a prática para resolver outros problemas.

As estratégias para atribuição de significado ao *conhecimento* são muito pouco diversificadas. As situações que ultrapassam a mera exposição de exemplos são raras, sendo mais voltadas para uma lógica formal (proposições e deduções) no material das Escolas A e B e um pouco mais para a resolução de problemas no material da Escola C.

Habilidades

A habilidade segundo SCHMELKES (1996) se refere ao "*saber fazer que se adquire na prática*". Essa autora argumenta que deve ser uma preocupação para a EJA o desenvolvimento de habilidades de *leitura, escrita e cálculo* atendendo às necessidades de seus alunos. Essas habilidades são consideradas essenciais e base para o desenvolvimento de outras tais como a *críticidade, a capacidade de análise, de síntese, etc.*

Confrontando as considerações sobre as habilidades em CARVALHO (1997), nos PCN (1999) e em SCHMELKES (1996) com as observações feitas a partir dos materiais, identificamos três "tipos" de habilidades: *algorítmicas, resolução de problemas e comunicação de idéias*, que nos pareceram mais abrangentes e mais perceptíveis naqueles textos. Incluímos as *habilidades algorítmicas*, apesar de poderem ser consideradas como parte das "outras" duas habilidades, devido à significativa frequência com que são exigidas nos exercícios dos três materiais, o que revela a particular importância que tais textos – e as propostas pedagógicas que veiculam - lhes conferem.

- Habilidades ligadas a algoritmos

Identificamos os trechos dos materiais didáticos, especificamente os exercícios, nos quais a habilidade exigida é a de conhecer⁸ e usar algum algoritmo. Constatamos que, em todos os materiais analisados, é predominante a opção por esse tipo de atividade.

- Habilidades ligadas à resolução de problemas

Destacar a resolução de problemas como uma das habilidades a serem desenvolvidas no Ensino Médio de Matemática tem sido uma tendência cada vez mais forte nos documentos prescritivos da Educação Básica (PCN's, Programas de Ensino, manuais didáticos, etc.). Embora a concretização desse destaque na sala de aula dependa fundamentalmente da atitude do professor, o material didático pode contribuir para um ensino de Matemática que se oriente por essa tendência. Mesmo considerando que problemas legítimos, tais como os descritos por POLYA(1995), propostos nos materiais didáticos, possam tornar-se exercícios rotineiros pela intervenção do professor, para efeito de análise, identificamos os trechos que apresentam alguma (ou se aproximem da) proposição de problemas, para cuja resolução o próprio texto não apresenta estratégias

- Habilidades ligadas a leitura e escrita

Poderíamos discutir a linguagem dentro das categorias anteriormente analisadas (informações e conhecimento). Porém, consideramos que a categoria *habilidade* é mais adequada, porque aqui trataremos justamente da habilidade de *usar a linguagem matemática*, entendida como a capacidade de atribuir sentido a textos que se valem de linguagem matemática e também de produzi-los.

No material didático da Escola C, a resolução de problemas aparece, também, nas atividades propostas, indicando que além de uma forma de atribuir significado ao *conhecimento*, esta se constitui como uma *habilidade* que se pretende desenvolver. O material dessa escola é , além disso, o que

⁸ Neste caso, consideramos que *conhecer* significa saber quais etapas devem ser feitas para a realização de um algoritmo o que não inclui, necessariamente, a compreensão de seus propósitos, justificativas ou repercussões.

mais usa da diversidade de “linguagens” próprias da Matemática (aritmética, algébrica, geométrica, gráfica) tanto no texto quanto nas atividades propostas. É, ainda, o único material a propor questões que demandam o uso da língua materna nas respostas que solicita ao aluno, ampliando assim as possibilidades de desenvolvimento da *habilidade* de leitura e escrita.

As atividades de treino de *algoritmos* são, entretanto, as mais comuns em todos os materiais (mais nas escolas A e B do que na escola C). O uso exclusivo de questões de múltipla escolha no material da Escola A restringe as possibilidades de *habilidades* a serem desenvolvidas e parece ditado pelo objetivo declarado do material e da escola que é a preparação para o exame de certificação.

Valores

A Educação pressupõe uma modificação nos conhecimentos, hábitos e atitudes do sujeito. Portanto, não está isenta de determinantes históricos, sociais, políticos, ideológicos e culturais da sociedade. (SÁNCHEZ, 1997). Nesse processo, os valores de cada indivíduo são construídos, modificados e reafirmados. E a repercussão desse processo se dá, por sua vez, tanto no plano individual, quanto no coletivo.

Para a análise dos materiais didáticos, poderíamos deter-nos, primeiramente, em valores que se referem mais ao indivíduo e que SCHMELKES (1996) destaca como sendo “*o respeito, a autoestima, o afeto, a criatividade, a identidade cultural*”. Esses valores estão intimamente ligados às relações pessoais estabelecidas na sala de aula. Pensando especificamente no papel do material didático de Matemática, destacamos a resolução de problemas, enquanto tendência de ensino, como um exemplo de situação que podem favorecer as atitudes e valores citados acima. Mas, como pudemos analisar anteriormente, a proposição de problemas não é uma prática comum nos materiais analisados.

Alguns valores, no entanto, são mais perceptíveis no texto. Um deles seria o modo de conceber a Matemática e o seu ensino. Nesse sentido, destacam-se não somente as concepções sobre o que é a matemática, mas também sobre o seu papel na sociedade, a que ela serve e a quem ela serve.

Nos textos, em geral, o que prevalece é uma visão *tecnicista* da Matemática, caracterizada pelo treino de habilidades que se pretendem estritamente técnicas. Dessa forma, a Matemática apresenta-se como se fosse uma ciência " *'neutra'* e não tivesse relação com interesses sociais e políticos." (FIORENTINI,1995).

A concepção de Matemática predominante nos textos ainda é a de um conhecimento "pronto e acabado" que se aprende por meio da *repetição* de procedimentos algorítmicos. Essa forma de "apresentar" o conhecimento no texto pode ser um indício, também, das concepções sobre o aluno que se quer formar: um repetidor de tarefas, pois as *informações*, os *conhecimentos* e as *habilidades* presentes nos textos (mais fortemente nos materiais das Escolas A e B), bem como os *valores* que perpassam todos esses componentes, não nos parecem favorecer a formação da *autonomia intelectual* proposta nos Parâmetros Curriculares do Ensino Médio.

De uma maneira geral, são ocultados os caminhos de elaboração dos conhecimentos e sua aplicabilidade (ou não) no "cotidiano" ou em algum outro campo de conhecimento, prevalecendo o aspecto *sintático* da Matemática (da manipulação de símbolos e regras) em detrimento do aspecto *semântico* (do significado dos mesmos) e pragmático (de sua inserção na vida social). A opção por uma abordagem mais *sintática*, pode, muitas vezes, ser mais "confortável" para os professores e autores de materiais didáticos, pois exige menos intimidade com a construção do conhecimento matemático. Dadas as dificuldades que os professores da EJA, mesmo das escolas particulares, enfrentam - baixos salários, péssimas condições de trabalho, formação deficiente, entre outras – essa pode ser uma estratégia para tornar sua tarefa de ensinar minimamente realizável.

A análise dos materiais indicou que a modalidade de ensino influencia consideravelmente o currículo que se pretende construir. O tempo destinado a essa etapa de escolarização mostrou-se decisivo na configuração das possibilidades educativas de cada curso. A escola preparatória para exames se constitui como um modelo de Educação que, por si só, é restritivo, na medida em que condiciona o currículo aos parâmetros de um exame. Um tempo tão curto (em média cinco meses) e tão condicionado restringe em muito a constituição dessa modalidade como um espaço de formação humana.

O currículo expresso nos materiais didáticos é composto predominantemente pelo *conhecimento escolar*, sendo que outros interesses e necessidades dos alunos da EJA não aparecem de forma explícita. Esse *conhecimento* é, no entanto, reorganizado em cada material de acordo com os objetivos de cada curso e refletindo as concepções de Matemática, Ensino de Matemática e Educação de Jovens e Adultos de seus elaboradores. Esse currículo “reorganizado” pode favorecer, porém, a dicotomização dos saberes, tão presente na história do Ensino Médio e que hoje se apresenta de outra maneira, uma vez que se pretende oferecer um ensino “geral” para todos mas que se traduz como treinamento de técnicas descontextualizadas e sem nenhuma utilidade para alguns.

Não é nosso objetivo comparar os materiais das escolas classificando-os como “bons” ou “ruins”. Se aqui criticamos os exames, por exemplo, não queremos dizer com isso que o material didático da Escola A não seja coerente com os objetivos propostos (declarados), uma vez que seu currículo, expresso através da escolha de conteúdos e do tipo de atividade que propõe, está claramente vinculado ao exame de certificação. Não dispomos, no entanto, de dados para concluir sobre a “eficácia” desse curso ao atender a esse objetivo. Tampouco concluímos que os cursos presenciais com avaliação no processo, na forma como são constituídos, atendem às necessidades de jovens e adultos.

Embora a certificação seja de fato uma demanda dos alunos da EJA, esse não é (ou poderia não ser) o principal objetivo dos cursos que atendem a esse público. Há muitas outras demandas desse grupo a serem consideradas, ainda que muitas delas não sejam explicitadas, como por exemplo o desejo de acesso ao *conhecimento escolar* (particularmente contemplado por essa pesquisa). Assim a *qualidade* do material didático ao proporcionar uma relação “positiva” com o conhecimento escolar (em contraposição a uma freqüente relação “negativa” na história de escolarização de jovens e adultos) pode contribuir na construção de significados para o conhecimento matemático que se pretende ensinar.

Nos três materiais didáticos analisados, sem dúvida, o do escola pública foi o que mais se aproximou dessa *qualidade*, apesar da precariedade dos recursos utilizados em sua elaboração. Tentando explicar o porquê dessa

diferença entre as escolas, destacamos em primeiro lugar o tempo de duração do Ensino Médio nessa escola que é de dois anos. Além disso, a rede municipal de Belo Horizonte, a qual essa escola pertence, tem uma trajetória de inovações na Educação. A Escola C trabalha exclusivamente com a Educação de Jovens e Adultos, o que poderia estar favorecendo um maior investimento por parte de seus profissionais na construção de um currículo próprio para o Ensino Médio de EJA. Isso tudo pode ainda refletir uma certa “liberdade” de decisão sobre a organização do currículo mais comum entre os profissionais ou escolas das redes públicas de ensino.

Podemos supor que todos os materiais utilizaram-se de livros didáticos como fonte. Porém na Escola C fica mais evidente a participação dos professores, quando encontramos atividades que não tem um formato (e uma linguagem, principalmente) normalmente encontrado nos livros. Além disso, o fato de os materiais não serem *vendidos* aos alunos desobriga um “investimento” uniforme em todos os capítulos. Assim, no material didático da escola pública encontramos um capítulo que apresenta informações diversas, estratégias para atribuir significado ao conhecimento e atividades para desenvolver habilidades mais variadas; em outras encontramos apenas exemplos e explicações sucintas e atividades de treinamento e repetição.

Enfim, os dados obtidos nessa pesquisa mostram que o “*básico*” tem-se traduzido como “*mínimo*”, não somente por meio do conteúdos selecionados, mas principalmente, pela forma como esses conteúdos são abordados. E é na forma e não na quantidade de conteúdos que o recorte que se tem feito do currículo “oficial” contribui para a exclusão dessas pessoas (que estão tendo acesso ao Ensino Médio) por meio de uma Educação com menos qualidade. Podemos supor, ainda, que essa mesma exclusão ocorre na construção e desenvolvimento dos currículos adotados por escolas que atendem às classes populares do ensino regular.

Por outro lado, os materiais didáticos revelam a incorporação de algumas “inovações” já apontadas pela pesquisa em Educação Matemática. Haja visto que esses materiais foram produzidos por professores que atuam (ou atuaram) nessas escolas e refletem, portanto, indícios de “transgressões” do modelo predominante de ensino de Matemática (movimento que foi mais observado no material da escola pública que nos das demais) que revelam

possibilidades de uma construção curricular mais apropriada aos sujeitos de ensino-aprendizagem (professores e alunos).

Referências bibliográficas

- BRASIL, Ministério da Educação, Secretária de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio. Brasília : Ministério da Educação, 1999.
- CARVALHO, João Pitombeira de. SZTAJNI, Paola. *As habilidades "básicas" em Matemática*. PRESENÇA PEDAGÓGICA. Belo Horizonte, vol. 3, n.15, maio/jun., 1997, p. 15-21.
- PIERRO, Maria Clara Di. *As políticas públicas de educação básica de jovens e adultos no Brasil do período 1985/1999*. Tese de doutorado, São Paulo, 2000.
- POLYA, George. *O ensino por meio de problemas*. REVISTA DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA, Nº 7, pág. , 1995.
- SACRISTÁN, J. Gimeno. *O currículo - uma reflexão sobre a prática*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.
- SÁNCHEZ, Montserrat Payá. *Educación en Valores para una sociedad abierta y plural: aproximación conceptual*. Bilbao, Espanha: Descleé De Braowwer, 1997
- SCHMELKES, Sylvia. *Las necesidades básicas de aprendizaje de los jóvenes y adultos en América Latina*. In: OSÓRIO VARGAS, Jorge e RIVERO HERRERA, José (comps). *Construyendo la modernidad educativa en América Latina: nuevos desarrollos curriculares en la educación de personas jóvenes y adultas*. Lima: OREALC; UNESCO; CEAAL; Tarea, 1996. 332p. 13 - 43. Apresentado no Seminário - Taller Regional "Los Nuevos Desarrollos Curriculares en la Educación com Jóvenes y Adultos en América Latina, Nuevo León, México", 21 a 26 jan., 1996.
- SOARES, Leôncio José Gomes. *Processos de inclusão/exclusão na educação de Jovens e Adultos*. PRESENÇA PEDAGÓGICA, Belo Horizonte, v.5, n.30, nov./dez., 1999, p. 25-33

MR1 PROPOSTAS CURRICULARES E ENSINO DE MATEMÁTICA

A MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO: NOVOS PARADIGMAS E A SELEÇÃO DE CONTEÚDOS

Luiz Márcio P. Imenes¹

Introdução

As opiniões relatadas a seguir formaram-se no contato direto com escolas públicas e particulares de diferentes perfis e de várias regiões do país. Portanto, têm como referência o que é habitualmente praticado nas aulas de matemática do ensino médio. As considerações ficarão restritas ao caso da matemática, embora se apliquem, algumas vezes, a outras disciplinas.

As mudanças em curso na matemática escolar: algumas impressões

É generalizada a percepção de que há um esforço de mudança. No entanto, entre professores, é muito restrita a consciência do papel central desempenhado pelo Movimento de Educação Matemática nesse processo.

Como costuma acontecer em qualquer processo de mudança, esse também é marcado pelas contradições. No âmbito do ensino fundamental, em que pese a sensação de que quase tudo está ainda por ser feito, as escolas reconhecem (mesmo que difusamente) a existência de um rumo. Há dúvida, ansiedade e certa insegurança em relação às mudanças que vêm sendo propostas pelo Movimento, mas não se observa discordância explícita em relação ao que está proposto nos PCN de matemática. As proposições do Movimento parecem amadurecidas e inspiram boa dose de confiança, embora, é claro, isso não assegure adesão na prática pedagógica diária.

No ensino médio o panorama é distinto. Nota-se muita insegurança; não se sabe para onde caminhar. A necessidade de mudança é reconhecida por todos, sendo crescente a insatisfação com o modelo atual. Mas é angustiante a

¹ imenes@uol.com.br

percepção da quase ausência de alternativas, vividas e fundamentadas, ao modelo vigente.

No ensino fundamental, as investigações, discussões e práticas coordenadas pelo Movimento são antigas e as propostas alternativas também. Mas o antigo 2º grau esteve quase ausente de nossas preocupações. Algumas vezes, justifica-se esse estado de coisas argumentando que o vestibular não permite mudanças, sendo a causa do abandono de qualquer esforço de reflexão e experimentação. (É preciso discutir a consistência desse argumento.)

Portanto, nesse processo de mudanças que a matemática escolar atravessa, o ensino fundamental e o ensino médio encontram-se em estágios distintos.

Ensino médio: novas referências e a seleção de conteúdos

Num projeto de mudanças a escolha dos conteúdos é apenas um item. Muitos outros aspectos relevantes precisam ser considerados e a discussão sobre os temas prioritários se deve dar junto com a escolha das abordagens, das metodologias, das concepções em torno da avaliação etc. A opção por aqui se referir aos conteúdos vem da constatação de que esse é o aspecto que mais mobiliza boa parcela do corpo docente. Além disso, considerando que em muitas escolas os alunos dispõem de apenas 2 ou 3 aulas semanais de matemática, torna-se fundamental estabelecer prioridades, distinguindo temas relevantes de outros, que têm caráter periférico. Para tanto, é preciso dispor de alguns critérios.

Também se deve levar em conta mais um aspecto da lei: as escolas dispõem de 25% do tempo de trabalho para contemplar diferentes perfis e interesses de seus alunos. Isso permite projetar um curso básico essencial para todos que, quando possível e desejável, seria acompanhado de uma complementação. Não está claro para escolas e professores que a LDB, as DCN e os PCN contêm um conjunto de princípios e sinalizações que podem orientar uma seleção de conteúdos pautada por novos paradigmas.

A LDB define o ensino médio como etapa final da formação *básica*. Decorre, então, que o ensino médio *não forma especialistas*. No entanto, uma

análise do que vem sendo ensinado aos estudantes do ensino médio aponta a presença de inúmeros tópicos que seriam pertinentes, talvez, na formação de especialistas. Esse é o caso das inequações logarítmicas e trigonométricas, da função modular e de boa parte da álgebra das matrizes.

Nem todos os estudantes que completam o ensino médio atingem o 3º grau. Dentre os que cursam a Universidade, a maior parcela segue carreiras onde a matemática já não consta dos currículos. Portanto, a maioria das pessoas encerra seus estudos escolares de matemática quando conclui o ensino médio. Isso significa que, em qualquer projeto para a matemática escolar, deve-se levar em conta que a cultura matemática básica das pessoas será formada ao longo do ensino fundamental e médio, sendo esse sua etapa final. Diante desse fato, que escolha fazer: matemática comercial e financeira ou propriedades dos determinantes? Estatística ou números complexos?

Nos documentos oficiais e no atual discurso da Educação é fortemente recomendada a opção por um currículo voltado para o desenvolvimento de competências e habilidades. Dentre essas, destaca-se a competência na resolução de problemas. Que tema é mais apropriado para esse fim: combinatória ou polinômios?

Assim, as referências apontadas permitem fazer escolhas, distinguindo-se temas prioritários. Na abordagem dos mesmos, se nos inspirarmos na máxima de que “sabedoria é com pouco fazer bastante”, é possível realizar inúmeros “enxugamentos”. No cálculo de áreas e volumes dos sólidos geométricos bastam alguns poucos resultados novos, sendo inadequado apresentar fórmulas para o cálculo da área lateral do cilindro ou do cone ou para o cálculo do apótema da pirâmide. Esses problemas podem ser resolvidos com base em resultados da geometria estudada no ensino fundamental (áreas de figuras planas e teorema de Pitágoras).

Pode ser relevante estudar as regularidades presentes no cálculo das potências de $(a+b)$ e no triângulo de Pascal e, depois, aplicar esses conhecimentos no estudo da distribuição binomial de frequências. Mas, para isso, não é preciso dar destaque à fórmula do termo geral do binômio de Newton.

Também não é pertinente valorizar várias formas para a equação da reta. Com quatro ou cinco idéias centrais é possível resolver um bom número de bons problemas envolvendo reta e circunferência no plano cartesiano.

Com esses critérios de escolha e de enxugamento de conteúdos talvez se consiga abrir espaço para abordar alguns outros temas que propiciem ao aluno a percepção da matemática como ciência aberta e o entendimento do papel central que a mesma desempenha na construção das ciências.

Bibliografia

BRASIL, *Secretaria de Educação Média e Tecnológica*. Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica - Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

BRASIL, *Secretaria de Educação Média e Tecnológica*. PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica - Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

LELLIS, M. et al. A matemática e o novo ensino médio. *Educação Matemática em Revista*. SBEM. Nº 9/10, 2001.

MR1 PROPOSTAS CURRICULARES E ENSINO DE MATEMÁTICA

ANÁLISE, CONCEITUAÇÃO E PROPOSTA DE CURRÍCULO PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA.

Marger da Conceição Ventura Viana¹

1. Introdução

Iniciaremos explicitando nossa concepção de currículo visto ser ainda um tema polêmico. Em seguida, a partir da definição concebida, apresentaremos de forma sucinta, nossa proposta de currículo para formação de professores de Matemática

Apoiado-nos em autores como Cherryholmes (1988), Gimeno Sacristán (2000) consideramos o currículo como uma subárea da Pedagogia enquanto ciência da educação por tratar de problemas que são especificamente educativos. Desta forma, não o consideramos derivado de outras subáreas da Educação, procedendo de diferentes disciplinas acadêmicas aplicadas como por exemplo a psicologia educativa tem raízes na psicologia; os fundamentos sociais da educação, na história e na sociologia e a filosofia da educação na filosofia.

Consideramos a Teoria Curricular um ramo da Pedagogia, pois os problemas educativos são pertinentes ao processo educativo, como já foi lembrado. Como Teoria recente, o desenho curricular por sua vez, isto é, o processo de elaboração do currículo constitui, muitas vezes, um ajuntamento das disciplinas que compõem a grade curricular, geralmente selecionadas empiricamente por grupos de professores, de acordo com os conteúdos que lecionam. Por isso mesmo, ainda é polêmico o que se compreende por *currículo*. Assim, para alguns, é o conjunto dos conteúdos que se estudam numa determinada matéria. Para outros, trata-se da grade curricular do curso. Ou, ainda, é o que consta do manual do curso: disciplinas com os respectivos créditos, forma de avaliação, etc. Para uma parcela de educadores, é o programa de uma disciplina. De qualquer forma, quando se entende currículo como grade curricular, há rigidez e não se permite mudança.

Os pesquisadores da área do currículo o definem de acordo com suas concepções e, conseqüentemente, cada uma delas encerra um ponto de vista

¹ Professora adjunta doutora do Dep Matemática do ICEB/UFOP. VenturaViana@aol.com ou marger@iceb.ufop.br Linhas de Pesquisa: Currículos e Formação de Professores

diferente. Por exemplo: para Coll (1997) o currículo é um projeto, enquanto para Valle Lima (2000) é o processo de formação posto em prática, e Stenhouse (1998) o apresenta como uma intenção.

Considerando as regularidades contidas em tais definições assumimos o currículo como um sistema de componentes psicopedagógicos que orientam a formação profissional, no sistema educacional, relacionando teoria, prática e investigação. No caso da formação profissional, o sistema está marcado pelo perfil do profissional, por objetivos, áreas de estudo, disciplinas, concepção da prática pedagógica, da investigação, do componente acadêmico, da relação entre teoria/prática/investigação, do processo de ensino aprendizagem e do sistema de avaliação.

No processo de formação escolar, principalmente nas disciplinas ou áreas, encontra-se o objeto da Didática, que é o processo de ensino/aprendizagem, aqui compreendido como o processo pelo qual o educando (sob a direção do professor) desenvolve capacidades, hábitos e habilidades que lhe permitem apropriar-se da cultura (sentido amplo) e dos meios para conhecê-la e enriquecê-la. Assim também se formam os sentimentos, interesses, valores, todas as esferas da personalidade. Portanto, não podemos aceitar a definição estreita de currículo como grade curricular, muito menos programa de uma disciplina, embora esses façam parte do currículo.

Também se esclarece que a Teoria Curricular não se confunde com a Didática, já que há objetos de estudo distintos.

De qualquer forma, por causa das mudanças que estão ocorrendo com grande rapidez na sociedade, é necessário que o currículo tenha certa flexibilidade.

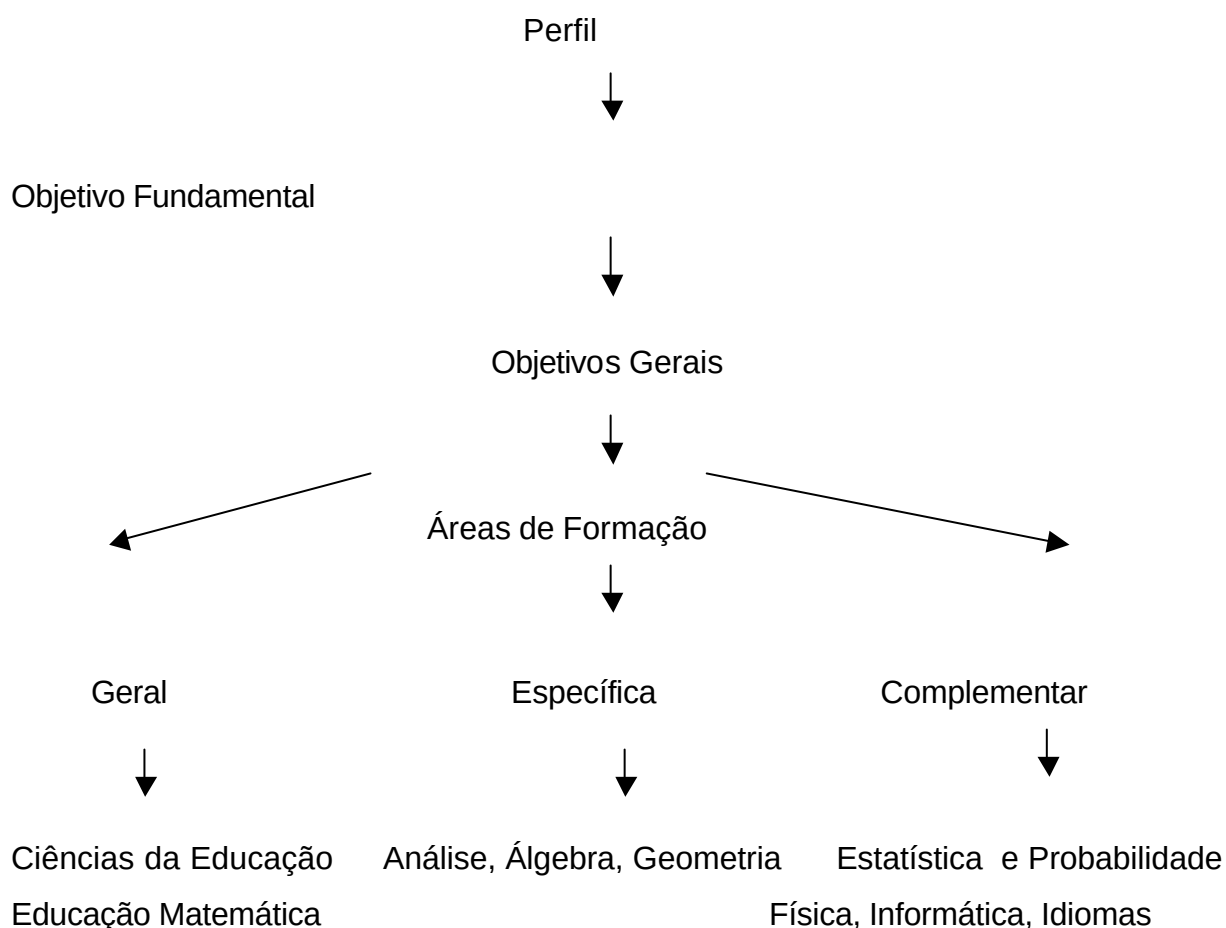
Temos, assim, o currículo aberto. Em oposição, quando tudo está concebido de antemão, sem possibilidade de seleção por parte do professor e/ou do aluno, ocorre o currículo fechado.

O desenho curricular deve estar fundamentado nos referenciais teóricos coerentes com a base de formação do estudante: processo de conhecimento e processo de ensino-aprendizagem. Atualmente, em conformidade com as exigências sociais e os avanços científicos advindos do desenvolvimento da ciência, já não se admite trabalhar simplesmente com ajuntamento de conteúdos e disciplinas na elaboração de currículos. Apesar disso, existem várias tendências na elaboração do desenho curricular

2. Proposta curricular para a formação de professores de Matemática

De acordo com a concepção por nós defendida nas epígrafes anteriores, vamos expor as *características de currículo*: deve ter um caráter humanista, ser aberto e flexível, considerar o processo ensino/aprendizagem como possibilitador de desenvolvimento do estudante. A prática deve possuir caráter integrador, a pesquisa deve estar vinculada à vida da escola, a avaliação deve ter um caráter participativo, os objetivos devem ser formulados e derivados gradualmente.

De acordo com essa concepção de currículo, estruturamos nossa proposta do seguinte modo:



2.1. Perfil do Professor (que se deseja formar)

A partir de estudos teóricos (obras produzidas a partir da década de 80), análise, síntese e generalização, bem como análise empírica (consulta a professores de Matemática da educação básica à pós-graduação, estudantes de Licenciatura em Matemática e especialistas em formação de professores, por entrevistas e questionários).

Estão comentadas, no Capítulo III da referida tese de doutorado (Viana, 2002a), as seguintes *características desejáveis no futuro professor*: amar a profissão, a Matemática e os alunos; possuir lucidez para acionar os conhecimentos e construí-los; estar capacitado pedagógica e matematicamente para enfrentar bem o processo ensino/aprendizagem da Matemática; conhecer as características dos alunos; estabelecer nível de comunicação adequado com eles; dominar a língua portuguesa, línguas estrangeiras e a linguagem matemática; construir condições e trabalhar em equipes multidisciplinares; possuir um sistema de valores estáveis em correspondência com a profissão, e saber trabalhar para a formação desses valores; saber conduzir o processo de avaliação; dominar os conhecimentos matemáticos a partir de uma visão histórica e crítica da evolução da Matemática até o estado atual; focar a atividade docente de modo reflexivo, sobre bases científicas; possuir cultura geral que lhe permita tomar conhecimento total da realidade.

Dessa maneira, o *objetivo fundamental* do currículo é formar professores de Matemática *criativos*, reflexivos e críticos, capacitados para atuar no ensino nos diversos níveis, conscientes do significado e da importância social de sua profissão, que deve estar direcionada para a humanização do indivíduo e a preservação de sua liberdade.

Em conformidade com o objetivo fundamental da formação, estão os objetivos gerais, cuja fundamentação pode ser encontrada em Viana (1999a), Viana (2000a) e em Viana e Pires (2000c).

2. 2. Objetivos Gerais da Formação

- Propiciar aos futuros professores formação criativa, reflexiva e crítica que permita adequada relação entre prática/pesquisa/teoria, possibilitando análise crítica do processo de ensino/aprendizagem da Matemática no contexto sócio-histórico em que está inserida a escola, além da experimentação, produção e elaboração de novas propostas e meios para a efetivação do processo.

- Possibilitar ao futuro professor formação psicopedagógica geral adequada ao contexto sócio-histórico-cultural em que está inserido, isto é, compreendendo a natureza das relações e inter-relações sociais, econômicas, políticas e culturais na constituição da realidade da educação escolar brasileira, bem como a importância do processo da escolarização na formação do cidadão brasileiro.
- Possibilitar ao futuro professor ampliar e diversificar sua opção fundamental de formação, alcançando novos conhecimentos por diferentes fontes e disciplinas, e obter melhor qualificação profissional.

Tendo em conta os objetivos anteriores, propomos as seguintes áreas de estudo para a formação do professor de Matemática, assim como uma distribuição do tempo em porcentagem e horas para cada uma delas, segundo a tabela 1, que é adaptação da apresentada em Viana (2002a).

Tabela 1- Porcentagem do tempo e horas destinadas às áreas de estudo na proposta curricular para a formação de professores de Matemática

Área	% do tempo	Horas
Formação Geral	50%	1400
Formação Específica	32,1%	900
Formação Complementar	17,9	500
Total	100%	2800

Considerando a legislação, isto é, as Diretrizes Curriculares para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Matemática (BRASIL, 2002d) que fixa carga horária para os cursos de Formação de Professores, são obrigatórias, no mínimo, 2800 horas.

2. 3. Relação dos objetivos, por áreas:

Área de Formação Geral: dotar os professores de Matemática de uma formação psicopedagógica geral adequada ao contexto sócio-histórico cultural, que combine teoria, prática e a pesquisa de forma adequada e sirva de base para a formação especializada continuada.

Formação Específica: realizar a formação Matemática dos futuros professores, a partir de uma concepção humanista e científica do mundo, com base no domínio das disciplinas relacionadas com esta ciência, o que lhes permite analisar criticamente a realidade vinculada ao ensino da Matemática na escola e até transformá-la.

Formação Complementar: possibilitar aos professores de Matemática cultura profissional geral, ampliando e diversificando os conteúdos de sua formação e favorecendo a interdisciplinaridade, por diferentes atividades e fontes, para enfrentar, com melhor qualificação profissional e atitude consciente e crítica, os problemas que se apresentam no processo ensino/aprendizagem da Matemática na escola.

Proposta de distribuição das *disciplinas por áreas* e de carga horária pode ser vista em Viana (2002a e 2002c).

O Parecer do CNE/CES109/2002, (BRASIL,2002e) fixa a carga horária dos cursos de Formação de Professores, exigindo 400 horas de estágio curricular supervisionado de ensino, em unidades escolares onde o estagiário assuma, sob supervisão, a regência de classe. Fixa também 400 horas de prática, a se realizar desde o início do curso, e acrescenta 200 horas de atividades para a flexibilização curricular, as quais consideramos associadas à interdisciplinaridade, com diferentes atividades e fontes a serem selecionadas pelo estudante. Assim ele terá mais possibilidades de aprofundamento profissional, segundo o contexto em que está inserido.

É por esse motivo que, na tabela 1, considerando a legislação já citada, sugerimos cerca de 57% do total da área de Formação Geral para a prática, isto é, 800 horas. Pela legislação antiga, exigiam-se 300 horas para a prática, passadas para 1200 horas e reduzidas para 800 horas. Sugerimos 60 horas da área para a flexibilização curricular.

A área de Formação Complementar, é a área que possui mais possibilidade de flexibilização. Assim, do tempo total (17,9%), isto é, das 500 horas que lhe foram destinadas sugerem-se 140 para ela, o que, somado às destinadas a essa finalidade nas outras áreas, corresponde a 305 horas. Dessa forma, estamos à frente da legislação, no que se refere ao número de horas para o item: “outras formas de atividades de enriquecimento didático, curricular científico e cultural”, já que o Parecer CNE/CP28/2001 (BRASIL,2002b) exige para o mesmo apenas 200 horas.

Em palestra feita no I Encontro Regional de Educação Matemática da Unimontes/SBEM Regional-MG, apresentamos sugestões para as disciplinas das áreas de Formação Geral, Formação Específica e Formação Complementar, incluindo subdisciplinas, em consonância com a legislação brasileira, isto é, a LDBEN (Brasil, 1996), as Diretrizes Curriculares para os Cursos de Bacharelado e Licenciatura em Matemática PARECER CNE/CES1.302/2002 (BRASIL,2002d) e as Diretrizes Curriculares para a Formação de Professores para a Educação Básica PARECER CNE/CP 9/2001(BRASIL,2002c). A fundamentação dessas disciplinas, com objetivos e sugestões de conhecimentos essenciais e opcionais para cada uma, pode ser encontrada em Viana (2002a).

2.4. Os Componentes: Teoria, Prática e Investigação

No exercício da prática profissional, o professor de Matemática depara com múltiplos problemas, os quais, certamente, poderão ser enfrentados com êxito. Para isso, é preciso que, em sua formação, sejam contemplados os aspectos teoria, prática e investigação. Assim, destacam-se três componentes no currículo: o *acadêmico* (todas as disciplinas que compõem a grade curricular), porque o profissional necessita apropriar-se de parte da cultura da humanidade; o *investigativo* (sistema de atividades investigativas) porque a investigação científica é instrumento básico para a profissão e a *prática*, que é a via principal para a preparação profissional, já que o homem se forma e se transforma pelo trabalho. Daí entendermos a formação na ação e na reflexão, isto é, na práxis, uma vez que ação sem reflexão é ativismo e reflexão sem ação é verbalismo, que não possibilitará a transformação. Estamos de acordo com Freire (1987, p.58), que diz: *“Só existe saber na invenção, na reinvenção, na busca inquieta, impaciente, permanente, que os homens fazem no mundo, com o mundo e com os outros. Busca esperançosa também.”*

Portanto, consideramos relevante, a mobilização de diversos tipos de saberes: a prática reflexiva, teorias específicas, e militância pedagógica. Segundo Nóvoa (1997, p.28),

“A formação passa pela experimentação, pela inovação, pelo ensaio de novos modos de trabalho pedagógico. E por uma reflexão crítica

sobre sua utilização. A formação passa por processos de investigação, diretamente articulados com as práticas educativas.”

3. Relação entre os componentes: Teoria, Prática e Pesquisa

Embora cada um desses componentes tenha suas características próprias, devem complementar-se, para que possam, integrados, permitir a formação integral do professor. E devem estar presentes em todas as disciplinas do currículo, para que, articuladas, convirjam para a formação almejada.

A prática é, por si, a instância que mais propicia a integração porque reúne teoria, investigação e execução. Não se pode conceber prática consistente sem teoria. Isso a torna utilitária, pragmática, superficial. Da mesma forma, a teoria sem a prática é escolástica; parece ser a razão de muitos alunos considerarem a Matemática como um ato de fé.

A investigação é essencial tanto à teoria quanto à prática. A prática realimenta a teoria e esta se volta para a prática para interrogá-la sobre os efeitos. Na verdade, a teoria não precede a prática, nem a prática é uma servidora da teoria; é necessário basear a teoria na prática e desenvolvê-la a partir da prática. Assim, a teoria, a prática e a investigação devem estar integradas dialeticamente.

3.1. Componente Teoria

Para nós, o componente teoria, que inclui o acadêmico, ou seja todas as disciplinas curriculares, somente tem significado se estiver relacionado com a prática e a investigação (pesquisa). No início do curso, existem matérias relacionadas com a formação matemática escolar (ensino fundamental e médio), não como revisão, mas como forma de aprofundar conhecimentos, possibilitando a superação das eventuais dificuldades trazidas por alguns alunos. Significa que a teoria matemática está mais dirigida para a Matemática que será trabalhada no ensino fundamental e médio, aprofundando teoria que fundamenta os saberes escolares desses níveis de ensino.

Além disso, para proporcionar ao professor conhecimento matemático sólido, ampliando e aprofundando os conteúdos já estudados no ensino fundamental e médio, abordar-se-ão conteúdos relacionados à Matemática superior, permitindo-lhe

compreender a essência da natureza da Matemática, isto é, objeto, métodos, construção, falibilidade, relação com as outras ciências, ou seja, o que vem a ser a atividade matemática. É útil conhecer a evolução de cada conceito, a relação com o outro e as dificuldades e desafios que apareceram na trajetória de sua construção/descobrimto. Conhecer os obstáculos do processo de ensino/aprendizagem assim como os caminhos possíveis para a compreensão e apropriação dele faz parte da tarefa docente. Propomos, então, como disciplinas básicas para a área de Formação Específica: Análise Matemática, Álgebra e Geometria, que, terão subdisciplinas conforme o nível de especialização assumido pela Matemática nos dias atuais, não perdendo de vista o fato de que se trata de um curso para formação de professores de Matemática e não para formação de matemático.

No que diz respeito aos conteúdos referentes à área de Formação Geral, consideramos conteúdos relacionados com as Ciências da Educação (por exemplo: História da Educação, Filosofia da Educação, Psicologia da Educação, etc.) e conteúdos para a formação didática, como disciplinas de Educação Matemática, compreendendo, o uso dos conteúdos matemáticos convertidos em conteúdos de Educação (Valera, 1999, p. 24). Matérias que tratam de metodologias para o ensino da Matemática nos diversos níveis e a Prática Pedagógica, por exemplo.

3.2. O Componente Pesquisa

Serve para capacitar o professor a abordar a realidade educativa cientificamente. Como descrito por Viana (2002a, p.71 e 72), o referido componente não ocorre de um modo isolado, pois em todas as disciplinas devem estar presentes a teoria, a prática e a pesquisa. Assim, a pesquisa educacional deve ser uma via de mão dupla, isto é, de idas e vindas; da prática para a teoria e desta para aquela. A prática, na verdade, é mais um processo de pesquisa do que de aplicação, pois exige reexame da teoria e esta ajuda a criticar a prática em profundidade, a questionar e corrigir a prática. Pelos motivos citados anteriormente, não vamos prosseguir com a fundamentação do papel da pesquisa na formação do professor.

4 Conceção do Processo de Ensino/Aprendizagem

Esse é concebido segundo a corrente filosófica/psicológica/pedagógica que o sustenta. A concepção de formação da personalidade, dita a forma de compreender esse processo. Podemos citar, como exemplo, os enfoques humanista, behaviorista, cognitivista, construtivista e histórico-cultural. Para Vigotsky, o fundador da escola histórico-cultural, a aprendizagem é uma atividade social e não somente um processo de realização individual, como se pensava. Consideramos, a partir dos estudos anteriormente realizados, que as características do processo ensino/aprendizagem são: caráter social, ativo, motivador, individual, significativo, comunicativo, cooperativo e consciente.

5. Concepção do Sistema de Avaliação

De acordo com nossa concepção de processo ensino/aprendizagem, a avaliação tem que cumprir diferentes funções que auxiliem professor e aluno a elevar o resultado de suas atividades, até que o este atinja certo nível de independência (desenvolvimento da personalidade). Dessa forma, concebemos a avaliação como um sistema de atividades. Há variadas propostas de classificações das funções da avaliação (Domínguez,1982; Vilarroel, 1990;Castro,1992), mas, pelo exposto, admitiremos as quatro funções fundamentais: de diagnóstico, de controle, educativa e projetiva.

6. A prática e sua implementação

Na sala de aula, as realidades objetivas são produzidas e criadas no diálogo psicossocial. Nesse processo de construção, são fundamentais as percepções, apreciações, juízos e crenças do professor. Como não existe uma solução técnica (advinda de conhecimento profissional) para cada problema/evento, o professor competente terá que agir refletindo sobre a ação, produzindo nova realidade, experimentando, elaborando e reelaborando, pelo diálogo que estabelece com essa mesma realidade. Ademais, é necessário que o professor seja capaz de realizar uma ruptura consciente com modelos prontos e caducos, quando a situação o exigir. Para isso, é indispensável que ele seja crítico e capaz de realizar transformações.

Portanto precisa ser criativo para ter possibilidade de empreender a mudança. Como afirma Pérez Gómez (1997, p.110),

“... o conhecimento que o novo professor deve adquirir vai mais longe do que regras, fatos, procedimentos e teorias estabelecidas pela investigação científica. No processo de reflexão-na-ação, o aluno-mestre não pode limitar-se a aplicar as técnicas aprendidas ou métodos de investigação consagrados, devendo também aprender a construir e comparar novas estratégias de ação, novas fórmulas de pesquisa, novas teorias e categorias de compreensão, novos modos de enfrentar e definir problemas.”

Propomos, então, que a prática permeie todo o currículo de formação do professor. Ela não deve estar presente somente em uma disciplina ou em duas ou três: deverá ser realizada durante todo o processo de formação profissional. Assim compreendida, é como o eixo central da formação pretendida. Trata-se do lugar em que será aprendido/construído o pensamento prático do professor.

Consideramos necessárias, para a formação do professor de Matemática, pelo menos quatro tipos de práticas: observação, análise e interpretação de problemas concretos das organizações escolares em aulas reais; preparação e desenvolvimento de aulas experimentais na universidade (laboratório de ensino de Matemática), sob a orientação de professores; trabalho com as referências bibliográficas e recursos de busca de informação, assim como o desenvolvimento da capacidade de comunicação em nível acadêmico ou em termos de divulgação científica; e práticas supervisionadas de regência escolar: lecionar em escolas do ensino fundamental e médio (aulas reais), sob supervisão de um professor. Em seguida, detalhamos as práticas sugeridas:

Primeiro tipo: as práticas iniciais devem ser mais propedêuticas, porque falta um corpo teórico que as sustente. Deverão ser práticas mais de observação e indagação que de execução propriamente dita, como análises e reflexões acerca de problemas em salas de aulas reais. Referem-se à escola (currículo, organização, contextualização, etc.), ao aluno (personalidade, relacionamento com os colegas, professores, currículo, formas de aprendizagem, etc.), ao professor (processo ensino-aprendizagem, objetivos, conteúdos, meios de ensino, formas de organização do ensino e sistema de avaliação), à comunidade (contextualização, relação com a escola, associações de pais e mestres, de bairros, colegiados, etc.).

Nessa fase, os futuros professores ainda não dão aulas. Tudo o que foi observado será tema para elaboração de relatório e realização de seminários de debates e reflexões, em sala de aula, com o professor responsável por esse tipo de prática, na Universidade. O pensamento prático não pode ser ensinado, mas pode ser aprendido. Conforme assinala Pérez Gómez (1997, p.112), *“Aprende-se fazendo e refletindo na e sobre a ação. Através da prática é possível apoiar e desenvolver o pensamento prático, graças a uma reflexão conjunta (e recíproca) entre o aluno-mestre e o professor ou o tutor”*. Insistimos, novamente, que a prática é mais um processo de investigação do que uma aplicação.

Segundo tipo: práticas nas quais os estudantes se relacionam com a formulação de objetivos, preparação e discussão das mesmas, considerando a seleção dos conteúdos, dos métodos, das formas de organização e da avaliação, assim como a construção de meios de ensino (laboratório de ensino de Matemática). Trata-se do desenvolvimento de habilidades importantes. Com elas, o aluno tanto pode exercer a capacidade criativa, em termos de produção de meios de ensino (como materiais didáticos e fichas de atividades), quanto desenvolver a capacidade de avaliação crítica dos meios de ensino.

Por outro lado, trabalhar-se-á com os alunos do nível fundamental e médio usando os meios analisados ou criados. Isso facilitará também o conhecimento da linguagem desses alunos, conhecimentos prévios adquiridos, conceitos espontâneos, preferências, e identificar os fatores que realmente propiciam o aprendizado dos conceitos científicos. Esse tipo de prática permite a primeira oportunidade de analisar situações concretas sobre as quais poderão tomar decisões. No laboratório, as aulas são experimentais, pois ocorrem na Universidade. Os alunos as freqüentarão por opção, como aulas extras e, sendo motivadoras, e adequadas, com o uso de materiais apropriados, interessarão aos estudantes e eles as procurarão. Por isso não há dúvidas quanto à sua realização. De qualquer forma, no laboratório, permitir-se-á fazer experiências, cometer erros, tomar consciência dos erros e tentar de novo, de modo diferente.

Terceiro tipo: estágios de Pesquisas Bibliográficas e de Redação em Educação Matemática. O espectro de competências que esses estágios pretendem desenvolver envolve, principalmente, o trabalho com referências bibliográficas e recursos de busca de informações, assim como a capacidade de comunicação em nível acadêmico ou em termos de divulgação científica.

Será possível elaborar e criticar projetos, e tomar decisões próprias de cada caso:

“Os professores devem responsabilizar-se ativamente por levantar questões sérias sobre o que ensinam, como devem ensinar e quais são os objetivos mais amplos por que lutam. Isto significa que devem desempenhar um papel importante na definição dos propósitos e das condições da escolarização” (Giroux, 1987, p. 20).

Quarto tipo: Estágios Supervisionados de Regência Escolar. Essa fase é importante porque o futuro professor manterá contato com a realidade escolar, podendo, intervir de forma competente para criar nova realidade, novos marcos de referência, novos espaços de intercâmbio, novos significados, novas redes de comunicação. E, ao abordar a nova realidade, essa prática abre um novo espaço para o conhecimento e a experiência, a descoberta, a invenção e a reflexão, isto é, para a criatividade. É a oportunidade de utilizar a bagagem de conhecimentos educacionais e matemáticos; e o conhecimento das ciências básicas terá valor instrumental, integrando-se ao pensamento prático.

Em seguida, sugerimos a distribuição das 400 horas de estágio supervisionado e das 400 horas de prática a se realizar desde o início do curso, conforme o disposto na legislação já citada.

Tabela 2- Distribuição das práticas em subdisciplinas a serem realizadas desde o início

do curso (BRASIL, 2002e), com relação à carga horária, áreas e disciplinas

Nº	Prática -Subdisciplina	Carga Horária	Área de Formação	Disciplina
1	Matemática e Escola I	30	Geral	Ed. Matemática
2	Matemática e Escola II	30	Geral	Ed. Matemática
3	Matemática e Escola III	30	Geral	Ed. Matemática
4	Estágio de Pesquisas Bibliográficas em Ed. Matemática	30	Geral	Ed. Matemática
5	Estágio de Laboratório de Informática em Ed. Matemática (incluindo Cálculo Numérico)	60	Geral/ Complementar	Ed. Matemática Informática
6	Estágio de Construções		Geral/	Ed. Matemática /

	Geométricas para a Ed. Matemática (resolução de problemas)	45	Específica	Geometria
7	Estágio de Construções Algébricas para a Ed. Matemática (resolução de problemas)	45	Geral/ Específica	Ed. Matemática / Álgebra
8	Estágio de Laboratório de Ensino em Educação Matemática	60	Geral/ Complementar	Ed. Matemática / Ciências Pedagógicas
9	Estágio de Redação em Ed. Matemática - Monografia	30	Geral/ Complementar	Ed. Matemática / Idiomas
	Atividades práticas realizadas e aprovadas pelo colegiado de Curso, de acordo com a Legislação Brasileira e da UFOP	40	Em todas as áreas	Em todas as disciplinas
Total		400		

A seguir, faremos uma sugestão de distribuição das 400 horas de prática de ensino relativas ao estágio supervisionado a ser realizado nas escolas do ensino fundamental e médio, segundo a legislação já citada.

Sugerimos que a Universidade ou a IES (Instituição de Ensino Superior) responsável por esse tipo de prática forme os supervisores de estágio das escolas do ensino fundamental e médio, onde ocorrerá tal prática, pois, segundo a legislação Parecer CNE/CP 28-2001 (BRASIL,2002b),

“Ao mesmo tempo, os sistemas de ensino devem propiciar às instituições formadoras a abertura de suas escolas de educação básica para o estágio curricular supervisionado. Esta abertura, considerada o regime de colaboração prescrito no Art. 211 da Constituição Federal, se pode dar por meio de um acordo entre instituição formadora, órgão executivo do sistema e unidade escolar acolhedora da presença de estagiários. Em contrapartida, os docentes em atuação nesta escola poderão receber alguma modalidade de formação continuada a partir da própria instituição formadora”.

E, segundo nosso critério, esta formação poderá ocorrer em curso de Especialização para formação de professores supervisores de estágio para licenciandos do curso de Licenciatura em Matemática. Para participar de tal curso, o professor deve possuir o diploma de curso superior, no caso Licenciatura Plena em Matemática. Essa sugestão se prende ao fato de grande número de universidades e IES não possuírem quadro docente suficiente para a supervisão integral dessas práticas. A própria legislação: Parecer CNE/CP 27/2001 (BRASIL,2002a), parece reconhecer o problema quando afirma que: “O estágio não pode ficar sob a responsabilidade de um único professor da escola de formação, mas envolve necessariamente uma atuação coletiva dos formadores”.

Assim, sugerimos que haja uma equipe responsável por este tipo de prática (com carga horária contabilizada) e outra na escola básica (ensino fundamental e médio), composta pelos supervisores que acompanham e orientam o estagiário no dia a dia de sua prática profissional (aulas).

A seguir, na tabela 3, sugerimos uma distribuição das 400 horas destinadas ao estágio supervisionado pelas séries em que está dividida a educação básica.

Tabela 3- Distribuição das práticas de ensino relativas ao estágio supervisionado a ser realizado nas escolas do ensino fundamental e médio por séries e por tempo
PARECER CNE/CES109/2002 (BRASIL,2002e) referentes à área de Formação Geral

N _o	Série	Tempo em horas
1	5 ^a Série do ensino fundamental	60
2	6 ^a Série do ensino fundamental	60
3	7 ^a Série do ensino fundamental	60
4	8 ^a Série do ensino fundamental	55
5	1 ^a Série do ensino médio	55
6	2 ^a Série do ensino médio	55
7	3 ^a Série do ensino médio	55
Total		400

Considerações Finais: É necessário considerar que esta proposta, embora totalmente fundamentada em pesquisa teórica e empírica e embasada na legislação

brasileira atual referente à formação de professores (Viana, 2002a), deverá ser objeto de análise, discussão e decisão nos órgãos colegiados dos cursos de formação de professores de Matemática das universidades, inclusive quanto ao modo pelo qual cada uma das disciplinas vai ser dividida em subdisciplinas e à carga horária para que, segundo o contexto histórico e cultural, possa ser posta em execução.

7. Referências Bibliográficas.

BRASIL, Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional-LDBEN. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996.Seção I.

_____. Secretaria de Educação Fundamental.*Parâmetros curriculares nacionais: Matemática/* Secretaria de Educação Fundamental. Brasília:MEC/SEF,1998.148p.

_____.Ministério da Educação.Secretaria de Educação Média e Tecnológica.*Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias/* Ministério da Educação. –Brasília: / Ministério da Educação/ Secretaria de Educação Média e Tecnológica,1999.114 p.

_____, PARECER CNE/CP 27/2001.Dá nova redação ao item 3.6, alínea c, do Parecer CNE/CP 9/2001, que dispõe sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena.Homologado pelo Ministro em 17/1/2002 e publicado no DOU, em 18/01/2002a , Seção 1, p.31.

_____, PARECER CNE/CP 28/2001. Dá nova redação ao item 3.6, alínea c, do Parecer CNE/CP 21/2001, que estabelece a duração e a carga horária dos cursos de Formação de professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Homologado pelo Ministro em 17/1/2002 e publicado no DOU, em 18/01/2002b, seção 1, p. 31

_____, PARECER CNE/CP 9/2001, Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Homologado pelo Ministro em 17/1/2002 e publicado no DOU, em 18/01/2002c, seção 1, p. 31.

- _____, PARECER CNE/CES1.302/2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Matemática, Bacharelado e Licenciatura. Aprovado em 6/11/2001. Homologado pelo Ministro em 4/3/2002 e publicado no DOU, em 5/03/2002d.Seção 1, p.15.
- _____, PARECER CNE/CES109/2002. Consulta sobre aplicação da Resolução de carga horária para os cursos de Formação de Professores. Homologado pelo Ministro em 17/1/2002 e publicado no DOU em 13/05/2002e. Seção 1, p.21
- BROLEZZI, A. C., VIANA, M. C. V. Projeto pedagógico do curso de licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto. Universidade Federal de Ouro Preto, 1998.
- CASTRO, O. P., La Evaluación Pedagógica. La Habana: CEPTP. ISPETP.1992. Pág. 1-30.
- COLL, C. *Psicologia e Currículo*.Trad. Cláudia Schilling. 2ª ed. São Paulo: Ática. 1997. 200p.
- DOMINGUEZ, J. T. *Evaluación del aprendizaje*. In: Didáctica Universitaria. Serie/Ensaio. Peru: Universidad de Lima. 1982.
- DEMO, P. *A nova LDB Raízes e Avanços*. 10ª ed. Campinas: Papirus, 2000, 111p.
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987, 184p.
- GIROUX, H. *Os professores como intelectuais*.Trad.: Daniel Bueno. Porto Alegre: ArtMed.1997. 270p.
- GIMENO SACRISTÁN, J. y PERÉZ GOMÉZ, A. I. *Compreender e transformar o ensino*. Trad. Ernani F. Fonseca Rosa. Porto Alegre: Artmed, 2000, 396 p.
- MOREIRA, A. F. B. *Currículos e programas no Brasil*. 3ª Ed.Campinas: Papirus, 1997,232p.
- MOREIRA, A. F. B.(org).*Conhecimento educacional e formação do professor*. Campinas: Papirus, 1994. 138 p.
- MOREIRA, A. F. B. e SILVA, T. T. (org).*Currículo Cultura e Sociedade*. 2ª Ed. São Paulo: Cortez. 1995. 154 p.
- NÓVOA, A. Formação de professores e profissão docente.In: NÓVOA, A. (Coord.) *Os professores e a sua formação*. 3ª ed. Lisboa: Dom Quixote, 1997.158p.
- PEREZ GÓMEZ, A. I. O Pensamento Prático do Professor. In: NÓVOA, A. (Coord.) *Os professores e a sua formação*. 3ª ed. Lisboa: Dom Quixote, 1997.158p.
- _____. *Educating the Reflexive Practitioner*. San Francisco:Jossey-Bass,1987.

- STENHOUSE, L. *Investigación y desarrollo del curriculum*. Madrid: Morata. (An introduction to curriculum search and development. London, Henemann, 1981) 1998. 319 p.
- VALERA, O. V., *Problemas Actuales de la Pedagogía y la Psicología Pedagógica*. Lá Habana: ICCP. 1999.
- VALLE LIMA, A. D. *Maestro perspectivas y retos*. México DF: Editorial del Magisterio "Benito Juárez". 2000.
- VIANA, M. C. V. *Formação do professor de Matemática no Século XXI: novas possibilidades de compreensão, estabelecimento e implementação da prática profissional compatível com o contexto educacional*. IN: ANAIS da XI Conferência Interamericana de Educação Matemática (XI CIAEM). Publicado em CD-Card. FURB, Blumenau, SC. 2003.
- _____, *Perfeccionamiento del currículo para la formación de profesores de Matematica en la UFOP*. Tese (Doutorado em Ciências Pedagógicas)- Instituto Central de Ciências Pedagógicas, Mined, La Habana, Cuba, 2002a.
- _____, *Currículos para a formação de professores -transformações curriculares e currículos para a formação de professores de Matemática no Brasil*. In: I Colóquio de História e Tecnologia no Ensino da Matemática. Rio de Janeiro. UERJ. 2002b. ANAIS em CDROOM e na página www.ime.uerj.br/ihitem.pdf.
- _____, *Currículos para a formação de professores de Matemática*. In: I Encontro Regional de Educação Matemática da Unimontes/SBEM-MG. Montes Claros. Unimontes. 2002c. (Os Anais ainda não foram publicados).
- _____, *A teoria, a prática e a investigação na formação do professor de Matemática*. GT-7 da SBEM- Formação de professores que ensinam Matemática. In: Anais do VII Encontro Nacional de Educação Matemática (ENEM) CDROOM-SBEM. Rio de Janeiro. UFRJ. 2001a.
- _____, *Estudio Comparativo de Currículos*. In: Revista de Educação Pública. Homepage da UFMT. 2000a. ISSN/01045962.
- _____, *Tendências do desenho curricular*. In: Educação e o Novo Milênio, 2000, Mariana. Anais do Seminário Educação e o Novo Milênio. Mariana: Gráfica Monumento, 2000b. v. único.p.15.
- VIANA, M. C. V.; PIRES, F. B. *Exigências atuais para a formação do professor de Matemática: uma utilização do QSR NUD*IST 4*. In: Anais do VIII Seminário de Iniciação Científica da UFOP. Ouro Preto: Coordenadoria de Imprensa UFOP,

2000c. v. único, p. 150

VILARROEL, I. J., *Evaluación Educativa. Estudio Crítico*. Ecuador: Ibarra. Universidad Técnica del Norte.1990.

MR2 ETNOATEMÁTICA

ETNOMATEMÁTICA, CRISES DO CONHECIMENTO E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA¹

Sônia Maria Clareto²

Ao me propor a falar acerca da etnomatemática, surge, para mim, a questão: qual o interesse deste tema para nós professores e professoras, educadores e educadoras matemáticos? O que a etnomatemática tem a dizer acerca do ser e do fazer de educadores e educadoras matemáticos? O que a etnomatemática tem a ver com a matemática escolar?

Quero, portanto, pensar o que a etnomatemática pode ter a ver com o nosso trabalho. Gostaria de começar discutindo as crises pelas quais passamos hoje, nas sociedades contemporâneas, sobretudo as **crises do conhecimento**, que nos atinge de maneira mais imediata. Estas crises do conhecimento estão envoltas em meio a outras, como as de credibilidade e de autoridade. Tanto nas relações sociais básicas, como as relações familiares, quanto nas orientações acadêmico-intelectuais, alguns referenciais fundamentais de certeza, de verdade e de autoridade foram sendo perdidos, a partir, sobretudo, da década de sessenta do século passado. Foram sendo perdidas as noções de “certo e errado”, “bom e ruim”... Hoje desacredita-se, inclusive, na possibilidade de tais noções existirem. Isso afeta imediatamente todo o trabalho educacional: para que sociedade estamos educando? O que é a educação hoje? Educar para que? Mais especificamente, que educação matemática podemos pensar para essa sociedade em crise?

As crises contemporâneas acontecem em várias dimensões nas nossas sociedades e vêm sendo tematizadas pelos chamados **discursos pós-modernos**. Vou agrupá-las em torno de algumas características, a partir de autores que se

¹ O Presente texto está fortemente baseado na tese de doutorado por mim desenvolvida junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da UNESP de Rio Claro, sob a orientação do Prof. Dr. Ubiratan D'Ambrósio (CLARETO, 2003).

² Universidade Federal de Juiz de Fora. e-mail: sclareto@faced.ufjf.br

dedicam ao seu estudo, caracterizando, assim, quatro dimensões: a estético-cultural, a sócio-política, a técnico-científica e a filosófico-acadêmica.

A dimensão **estético-cultural** refere-se às crises relativas às noções de cultura e de arte, ou antiarte, que encontram na cotidianização e na desmitificação da arte-cultura seu eixo principal. Ou seja, a noção moderna de cultura seccionada entre “cultura de elite” e “cultura popular” é duramente criticada. A antiarte contemporânea tem sua gênese no movimento modernista do início do século XX, enquanto arte-contestação, mas daquele movimento se distancia ao se mostrar mais presente no cotidiano e a ele fortemente ligada. Ela começa a ganhar corpo ao aproximar arte e cotidiano, tanto em termos de idéias e valores, quanto em termos de utilização de materiais considerados não artísticos, extraído do dia a dia. O movimento antiarte foi levado em frente por artistas pop e pelas chamadas “culturas populares”. Discursos pós-modernos reivindicam a morte da hierarquização das culturas e a não separação entre “cultura de elite” e “cultura popular”.

Na dimensão **sócio-política**, destacam-se pelo menos dois momentos de grandes transformações que teriam promovido uma crise irreversível de valores nas sociedades modernas: a explosão, na década de 60 do século XX, de movimentos sociais pró-minorias, com destaque para o feminismo, que aparecem como “a voz das minorias e dos excluídos”; o desmonte do mundo socialista, simbolicamente marcado pela queda do muro de Berlim, em 1989. A queda do muro de Berlim, para além da dissolução do forte bloco socialista, é uma imagem simbólica da queda de todas as barreiras sociais e políticas rumo a uma globalização, não só da economia, comércio e consumo, mas também de valores e de visões de mundo. E com a globalização, a explosão do consumismo. A sociedade de consumo faz do shopping e das compras o espaço-tempo de adoração do “*deus consumo*”. Mais recentemente, a *internet* ganha cada vez mais espaço, como uma forma de ganhar tempo, no processo de crescimento do consumismo.

A dimensão **técnico-científica**, representada pela queda do mito de uma ciência racional, neutra, essencialmente benéfica para as sociedades. Isso ocorre, sobretudo, mediante o ingresso aberto e decisivo da tecnociência nos conflitos bélicos, inicialmente na Segunda Grande Guerra, com as bombas nucleares e, posteriormente, dominando a chamada Guerra Fria e todos os conflitos bélicos desde então, com armamentos químicos e biológicos, além dos nucleares. Outro aspecto dessa dimensão é o enorme avanço da tecnologia de informação de massa

– televisão, telefones, computadores, *internet* – que invadiu o cotidiano, sobretudo das chamadas sociedades pós-industriais com a “tecnologia eletrônica de massa e individual, visando à sua saturação com informações, diversões e serviços” (SANTOS, 2000 [original 1980], p. 9). O *chip* é o responsável por grandes transformações no nosso dia a dia. Vivemos hoje como que em uma ficção científica: programação genética, clones, replicantes, teletransportadores... Tudo isso fica cada vez mais próximo de nós.

A dimensão **filosófico-acadêmica** tem sido palco de grandes debates e discussões. A negação de fundamentos sólidos e fixos para o conhecimento, o questionamento da noção de sujeito e de subjetividade, a não aceitação da verdade como fundamento para a ciência têm sido alguns dos temas de discursos pós-modernos que têm enfrentado um forte debate. Além disso, há uma evidente atração pelo local, em detrimento do universal. Há, também, uma forte tendência em negar o eurocentrismo nas ciências e nos conhecimentos em geral.

As transformações sociais, políticas, econômicas, culturais, estéticas, filosóficas e científicas que vêm sendo movimentadas por diferentes crises das nossas sociedades têm levado à produção de novos estilos e modos de vida. Assim sendo, homens e mulheres contemporâneos podem ser vistos como individualistas, fragmentados, consumistas, reféns da tecnologia, manipulados pelos meios de informação de massa, *voyeurs* da vida... Mas podem também parecer homens e mulheres mais abertos à vida, por não estarem presos a fundamentos sólidos pré-concebidos, mais solidários por estarem sempre sendo alertados para a convivência com as minorias, com o diferente, com o outro... Homens e mulheres que vivem em fronteiras, constantemente.

É neste ambiente de crises e transformações que a etnomatemática ganha vida e passa a fazer coro com outros discursos que buscam desmitificar o conhecimento científico e a cultura “de elite”. Na verdade, a própria concepção de conhecimento, de pesquisa, de geração e de legitimação do conhecimento entra em crise, deixando emergir um novo pensar sobre tais noções. Assim a etnomatemática surge na perspectiva de enfrentar as críticas postas ao conhecimento, sobretudo no que se refere ao questionamento da **neutralidade** do conhecimento científico e de sua **objetividade**. Esses predicativos adotados pela ciência moderna colocam-na, assim como ao conhecimento matemático, em uma redoma de intelectualismo e absolutismo. A etnomatemática vai se constituindo na busca de romper com tal visão

de conhecimento, uma vez que sugere a adoção de conhecimentos locais, de abordagens culturais ao conhecimento. Ela não admite verdades absolutas, mas tão somente verdades contextuais, portanto, provisórias.

Esta concepção de conhecimento só é possível de ser pensada hoje a partir das críticas feitas à concepção de conhecimento hegemônica na modernidade: a concepção cartesiana. Para Descartes, o conhecimento é obtido através da aplicação do *Método*, que tem sua base nos princípios da demonstração. Descartes, ao expor os seus quatro preceitos do método afirma:

“Essas longas séries de razão, todas simples e fáceis, que os geômetras costumam utilizar para chegar às suas mais difíceis demonstrações, tinham-me dado a oportunidade de imaginar que todas as coisas com a possibilidade de serem conhecidas pelos homens seguem-se umas às outras do mesmo modo e que uma vez que nos abstenhamos apenas de aceitar por verdade qualquer uma que não o seja, e que observemos sempre a ordem necessária para deduzi-las umas das outras, não pode existir nenhuma delas a que não se chegue no final, nem tão escondida que não se descubra (DESCARTES, 1999 [original 1637], p. 50).”

A obtenção da *verdade*, portanto, está assegurada pelo bom trilhar das regras nele indicadas. O *Método* deveria servir para todas as áreas do conhecimento. Assim Descartes formula “um único método decorrente da matemática” (HUISMAN, 1989 [original 1981], p. 38). Ou seja, “onde quer que o espírito disponha-se à busca da verdade, pode-se recorrer a um conjunto bem preciso de regras, derivadas da matemática, com as quais o êxito da empresa está de antemão assegurado” (PIMENTA, 2000, p. 24). É a matemática, enfim, que fornece o modelo para o conhecimento: ela é o esteio a partir do qual o conhecimento lança suas possibilidades. O conhecimento cartesiano é, afinal, obtido com base em uma teoria bem articulada e seguindo-se uma sequência rígida e bem posta de passos dados pelo *Método*. O *Método* se apóia na intuição intelectual e na dedução.

Ora, tal concepção de conhecimento esbarra na **noção de razão** em Descartes, que está centrada em suas convicções antropológicas: ele acredita que

todos os homens são dotados de uma mesma porção de razão ou bom senso ou luz natural, o que garante a semelhança dos homens, dada pela razão. Assim, todos teriam as mesmas condições de obtenção do conhecimento certo. Com base nessa crença na infalibilidade da razão, todo o sistema cartesiano tem por finalidade lançar alicerces sólidos para uma **racionalidade universal**. Entretanto, fora do sistema cartesiano, com tal referência antropológica, as questões acerca da validação do conhecimento permanecem obscuras. Questões de cunho sócio-culturais não entram aqui em consideração. Não há, pois, diferenças culturais.

A hegemonia do racionalismo passa a ser duramente questionada. Muitos filósofos e pensadores vêm, desde o fim do século XIX, se empenhando na tarefa de questionar a razão absoluta. Nietzsche talvez seja aquele que tenha feito isso com maior ênfase e agudez. Ele é apontado como um marco na mudança de rumo do pensar filosófico em relação ao conhecimento. Ele seria responsável por “um questionamento destruidor das pretensões à razão, questionamento terrível do projeto platônico” (CHÂTELET, 1997 [original 1992], p. 135).

Pensador fundamentalmente ambíguo, Nietzsche, traz para a discussão filosófica críticas ferozes à sociedade de sua época. Suas críticas mais contundentes foram em direção às idéias socrático-platônicas e ao cristianismo e têm, nas suas origens, uma crítica da razão. Na filosofia nietzschiana, é central uma crítica da ciência, da verdade, da razão. Em sua crítica,

“o projeto de fundar a verdade ou a certeza é desclassificado e reduzido a uma questão subsidiária, a um problema de segunda ordem, na medida em que a confiança na razão é um fenômeno moral e é a partir dele que é possível revelar os interesses mais secretos do conhecimento (MACHADO, 1999, p. 54).”

Nietzsche critica a noção de verdade à moda cartesiana. Numa proposição bela e forte, ele é cortante:

“O que é a verdade, portanto? Um batalhão móvel de metáforas, metonímias, antropomorfismos, enfim, uma soma de relações humanas, que foram enfatizadas poética e

retoricamente, transpostas, enfeitadas, e que, após longo uso, parecem a um povo sólidas, canônicas e obrigatórias: as verdades são ilusões, das quais se esqueceu que o são, metáforas que se tornaram gastas e sem força sensível, moedas que perderam sua efígie e agora só entram em consideração como metal, não mais como moedas (NIETZSCHE, 1999 [original 1873], p. 57)."

Assim todo o conhecimento que se baseia na busca da verdade, colocando-a numa categoria absoluta, como ocorre com a ciência moderna, é alvo de suas críticas e reflexões. Sua maneira de conceber o conhecimento é absolutamente distinta daquela hegemônica na modernidade na qual as bases platônicas do conhecimento estabelecem seus pilares solidamente e na qual se busca "explicar" os fenômenos a partir da relação causa/efeito. Nas palavras de do filósofo alemão,

"Causa e efeito: eis uma dualidade como provavelmente não mais existirá – na verdade temos diante de nós uma continuidade da qual isolamos algumas partes; da mesma maneira que sempre percebemos os movimentos como uma série de pontos isolados, na verdade nós não o vemos, nós o inferimos. [...] Um intelecto que visse causa e efeito como continuidade e não, à nossa maneira, como divisão arbitrária, que visse o fluxo dos eventos – negaria a idéia de causa e efeito e toda a condicionalidade (NIETZSCHE, s/d [original 1881/1882], p. 98)."

Em suas críticas à ciência, ele afirma:

"Promoveu-se o avanço da ciência nos últimos séculos porque se acreditava que ela seria o instrumento que melhor permitiria compreender a bondade e a sabedoria de Deus – esse era o principal motivo dos grandes ingleses, como Newton; ou porque se acreditava na utilidade absoluta do conhecimento, particularmente na íntima união da moral, da ciência e da

felicidade – motivo principal dos grandes franceses, como Voltaire – ou então porque se pensava em possuir e amar na ciência uma coisa desinteressada, inofensiva, auto-suficiente e com a qual os maus instintos do homem nada tinham a haver – motivo principal de Spinoza, que se sentia divino na alegria do conhecimento. Temos três razões e três erros (p. 55)."

Para Nietzsche, a ciência se funda na **vontade de certeza**, isto é, na crença na superioridade da verdade. Assim, para ele, a ciência funda sua possibilidade de existência na **fé na verdade**. Apresenta uma concepção de conhecimento e uma racionalidade muito diferentes daquelas propostas por Descartes. O filósofo alemão questiona fortemente a concepção de conhecimento aceita à sua época:

"O que se deseja quando se quer "conhecimento"? Nada além disso: alguma coisa estranha deve ser posta em conexão com algo conhecido. [...] Nossa necessidade de conhecimento não é precisamente nossa necessidade de alguma coisa conhecida? O desejo de descobrir, entre todas as coisas estranhas, inabituais, incertas, alguma coisa que não nos inquiete mais? Não seria o medo, enquanto instinto, que nos levaria a conhecer? O júbilo daquele que conhece não seria realmente o júbilo da segurança reconquistada? (p. 183)."

A importância dada por ele à teoria prévia é nula: ele despreza a teoria como base sólida para se atingir o conhecimento. Para ele, a validade do conhecimento nunca pode ser dada pela teoria. O conhecimento ocorre, segundo afirma, de maneiras muito diversificadas. É uma questão de **interpretação** (e não de verdade), com suas diversas possibilidades, que se abrem para uma polissemia do conhecimento. Em uma passagem contundente de sua crítica feroz afirma:

"Antes de tudo é preciso não querer desembaraçar a existência de seu caráter múltiplo [...]. Que seja verdadeira apenas uma interpretação do mundo em que permaneçais no verdadeiro,

onde se possa fazer pesquisa científica (quereis dizer no fundo: mecânica) e continuar a trabalhar segundo vossos princípios, uma interpretação que permita que se conte, que se calcule, que se pese, que se toque e nada mais, despropósito e ingenuidade admitindo-se que não seja demência ou idiotice. Uma interpretação “científica” do mundo, como a entendeis, poderia ser ainda por conseqüências uma das mais estúpidas do mundo, isto é, uma daquelas de menor sentido, isto dito ao pé do ouvido e posto sobre a consciência dos senhores mecanicistas que atualmente gostam de se misturar aos filósofos e que imaginam que a mecânica é a ciência das leis primeiras e últimas, sobre as quais, como sobre um fundamento, toda a existência deve ser edificada (NIETZSCHE, s/d [original 1881/1882], p. 204-5).”

A genealogia, como proposta por Nietzsche, nega qualquer fundamento universal. Ela não vai na direção de resolver ou solucionar problemas, conforme a ciência moderna opera. Ela parte para interrogar retrospectivamente a própria questão, buscando suas origens e valores: a origem dos valores e os valores em suas origens. Segundo Machado, “Se a genealogia é uma reflexão filosófica que pode ser considerada como uma extensão da noção de história, um dos motivos é que Nietzsche não acredita mais em valores eternos; os valores são históricos, advindos ou em devir” (MACHADO, 1999, p. 59). A genealogia, como Nietzsche a concebe, pretende questionar o próprio valor dos valores, através das condições de sua origem, seu desenvolvimento, sua modificação. Ele coloca a **questão do valor** como central ao se discutir conhecimento. Para ele, “os valores não têm uma existência em si, não são uma realidade ontológica; são resultado de uma produção, de uma criação do homem: não são fatos, são interpretações introduzidas pelo homem no mundo” (MACHADO, 1999, p. 59-60).

A concepção nietzschiana de conhecimento é pluralista, ou seja, admite uma diversidade de formas de apropriação do real pelo conhecimento. O próprio Nietzsche descreve, em uma bela passagem sobre Tales, em Os Pré-Socráticos, a produção de conhecimento, comparando-a à produção que se fixa a teorias a priori:

“Dir-se-ia ver dois andarilhos diante de um regato selvagem, que corre rodopiando pedras; o primeiro, com os pés ligeiros, salta sobre ele, usando pedras e apoiando-se nelas para lançar-se mais adiante, ainda que, atrás dele, afundem bruscamente nas profundezas. O outro, a todo instante, detém-se desamparado, precisa antes construir fundamentos que sustentem seu passo pesado e cauteloso; por vezes isso não dá resultado e, então, não há deus que possa auxiliá-lo a transpor o regato (NIETZSCHE, 1999 [original 1873], p. 44).”

As críticas nietzschianas à sociedade ocidental, ao menos européia de sua época, sempre agudas e controvertidas, são retomadas hoje por diversos pensadores (como Foucault, Derrida, Deleuze, entre outros) com vistas a discutir as noções de verdade, conhecimento, razão, história. Alguns pensadores e pensadoras contemporâneos defendem a idéia de que a razão não é una e absoluta e, portanto, não leva a verdades eternas. É no seio desta crise do conhecimento que nasce a possibilidade de questionar o conhecimento matemático em suas raízes sócio-culturais.

De mais a mais, a concepção de conhecimento que tem sustentado a etnomatemática, ao menos na abordagem que está sendo discutida neste texto, a d’ambrosiana, vai na direção de pensar o conhecimento para além das fronteiras rigidamente postas pela academia e pelos matemáticos; igualmente, procura pensar a cultura e a diversidade cultural para além da homogeneidade e hegemonia da cultura ocidental e para além das amarras das culturas de elite.

A matemática é vista, pois, como

“Uma forma cultural [...] que tem suas origens num modo de trabalhar quantidades, medidas, formas e operações, características de um modo de pensar, de raciocinar e de uma lógica localizada num sistema de pensamento que identificamos como o pensamento ocidental (D’AMBRÓSIO, 1990, p. 17).”

Assim o que chamamos de matemática seria, ela mesma, uma etnomatemática. Ou seja, a matemática é uma maneira, arte ou técnica, de explicar, conhecer ou compreender, desenvolvida por um grupo social, cultural ou étnico, para lidar com seu contexto. Ao tematizar a matemática e colocá-la sob a perspectiva da cultura, a etnomatemática coloca em questão a **universalidade** do saber matemático e das verdades que ela pratica. Portanto a “universalidade” da matemática é vista por estudos etnomatemáticos como uma “internacionalização”, uma expansão da cultura ocidental.

Nesse contexto, faz sentido falar em “Matemática Ocidental”, uma vez que a matemática com a qual lidamos mais cotidianamente na escola é a matemática produzida pela cultura ocidental, dominante na nossa sociedade. Ela está fortemente imbricada com toda essa cultura, sendo um de seus componentes. Assim como a cultura ocidental, ela é hoje quase que hegemônica. Teve início na Europa, mais especificamente na Grécia Antiga e foi sendo expandida e imposta a praticamente todo o planeta com as explorações e colonizações. Ao impor sua cultura às colônias, os colonizadores europeus acabaram por sufocar e, em alguns casos, anular as culturas locais, impondo o modelo europeu de pensar, explicar e lidar com o mundo, ou seja, a sua cultura e, com ela, a sua matemática (D'AMBRÓSIO, 1992).

Neste sentido as **etnomatemáticas** surgem como uma possibilidade de repensar as matemáticas acadêmica e escolar. Creio que o aprofundamento de discussões acerca da etnomatemática tem possibilitado uma compreensão dos processos do conhecer e do conhecimento, uma vez que a etnomatemática objetiva lançar luz à natureza da própria matemática e, segundo D'Ambrósio, “... é um programa que visa explicar os processos de geração, organização e transmissão do conhecimento em diversos sistemas culturais e as forças interativas que agem nos e entre os três processos” (D'AMBRÓSIO, 1990, p. 7).

Isto é, a matemática, tal como a conhecemos e a identificamos hoje, é a materialização da racionalidade cartesiana: com sua busca pela verdade através do *Método*, que se baseia na intuição intelectual e na demonstração; com suas “maneiras de fazer” que envolvem a decomposição (análise) do complexo em partes mais simples e sua recomposição (síntese) com vistas a explicá-lo; com sua crença em que para se chegar ao “conhecimento verdadeiro” é necessário se partir das questões e situações mais simples e ir, por um processo de encadeamento lógico, chegando às verdades mais complexas; com sua crença de que esse processo é

possível unicamente pela **razão**; com suas **oposições binárias**, ou seja, sempre colocando em pólos opostos o verdadeiro e o falso e, portanto, o bom e o ruim, o belo e o feio, o nobre e o vil, o real e o aparente... A procura é sempre por verdades absolutas e incondicionais. A Etnomatemática, no que difere deste proceder e desta maneira de conceber o conhecimento? Algumas pistas já aparecem na afirmação de D'Ambrósio:

“A pesquisa em etnomatemática deve ser feita com muito rigor, mas a subordinação desse rigor a uma linguagem e a uma metodologia padrão, mesmo tendo caráter interdisciplinar, pode ser deletério ao Programa Etnomatemática. Ao reconhecer que não é possível chegar a uma teoria final das maneiras de saber/fazer matemático de uma cultura, quero enfatizar o caráter dinâmico deste programa de pesquisa. Destaco o fato de ser necessário estarmos sempre abertos a novos enfoques, a novas metodologias, a novas visões do que é ciência e da sua evolução, o que resulta de uma historiografia dinâmica (D'AMBRÓSIO, 2001, p. 17-8).”

Ou seja, o Programa Etnomatemática toma caminhos bem distintos daqueles propostos pela ciência moderna; começa que ele não se vincula a *um caminho*: uma metodologia, uma linguagem, um modo de proceder. Assim, no seu íntimo, a etnomatemática se distancia, tanto em concepção quanto em metodologias, da ciência e da matemática tal como compreendidas na modernidade.

Em outras palavras, enquanto a Matemática acadêmica se **identifica** com aquela maneira cartesiana de proceder e de conceber o conhecimento – inclusive os **currículos escolares** têm por base tal racionalidade, uma vez que seguem o “modelo da escada”, ou seja, com pré-requisições baseadas na lógica “do mais simples ao mais complexo”; além disso, a busca por verdades e a total dicotomização entre certo e errado, verdadeiro e falso, processos “mais elegantes” e “menos elegantes”, algoritmos “mais fáceis” e “mais difíceis” dominam as constituições de currículo escolares em geral e de matemática, mais especificamente – a etnomatemática, ao menos em sua vertente dambrosiana,

distancia-se de uma identificação única com esta racionalidade, abrindo possibilidades para se pensar em “racionalidades”, pluralizando essa idéia e, portanto, quebrando a hegemonia da racionalidade cartesiana e, mais amplamente, rompendo com o racionalismo moderno e com a unicidade nas formas de “produzir saber” (CHÂTELET, 1997 [original 1992], p. 30). Mais ainda, outros elementos entram nestas maneiras de fazer/saber cotidianas, que são marginalizados pela matemática escolar. São elementos oriundos de vivências cotidianas (não que a “racionalidade cartesiana” não inclua, também ela, uma vivência. Entretanto os elementos vivenciais não são ressaltados, ao contrário, esta racionalidade procura cuidar da “alma”, produzindo “o homem teórico” que procura se desvencilhar das “paixões do corpo”, em nome da **razão**): sensações, intuições, sentimentos, relações sociais, relações de poder, disputas, medos, ansiedades, alegrias, emoções e também práticas sociais, hábitos, valores, modos de viver... Estarei chamando a este conjunto de **vivencialidades**, não em oposição às racionalidades, mas como *complementares* entre si. Ou seja, nas **vivencialidades** os contraditórios não são aplacados ou forçosamente eliminados: Eros e Logos são complementares: em suas disputas, em suas harmonizações, em seus retornos às lutas e, novamente, em suas buscas pela harmonia... Razões e instintos e sensações são complementares. A razão se pluraliza e convive com os “instintos contraditórios”. Nietzsche usa esta expressão ao afirmar que, na Grécia Antiga, sobretudo a partir de Sócrates, a “razão tirânica” tenta dominar os “instintos contraditórios” que, na Grécia Trágica, eram vistos como complementares entre si. Tais instintos são representados por *Apolo*, deus da clareza, da harmonia e da ordem, e *Dionísio*, deus da exuberância, da desordem e da música. Com isso promoveu-se a “separação entre o trabalho manual e o intelectual, entre o cidadão e o político, entre o poeta e o filósofo, entre Eros e Logos” (LEBRUN, 1999, p. 6). Com essa separação, o mundo grego – e de resto todo o mundo ocidental herdeiro de suas tradições – teria inaugurado “a época da razão e do homem teórico” (p. 9). Antes disso, na época da Grécia Trágica, não existiam tais dicotomizações, não havia, pois, necessidade de ressaltar a razão. Eros e Logos não eram opostos, mas complementares. Para o filósofo alemão, começa aí a decadência da cultura grega (e de todo o mundo ocidental), quando os instintos, antes complementares, passam a serem vistos como contraditórios. *Dionísio* é morto por *Apolo*.

A etnomatemática, tal como a pensamos, se identifica com as **vivencialidades** e não opõe o racional ao vivencial nem, tão pouco, toma “a razão” como seu foco, deixando a vivência cotidiana, com suas razões, suas experiências, seus instintos, suas cores, suas práticas, às margens de sua expressão. Trabalhar com o marginal, com o não-categorizável, com o híbrido: é assim que a etnomatemática procede para dar conta de pensar os conhecimentos cotidianos, produzidos nas práticas sócio-culturais.

Creio que enquanto pensarmos a matemática como uma ciência que obedece à lógica formal, que lida com quantidades, números e operações com números, figuras e quantificações espaciais, prenderemos a etnomatemática a esta concepção de matemática. Agora, pensando a matemática como a materialização da racionalidade ocidental, podemos pensar a etnomatemática em termos de racionalidades distintas desta e que engloba as *vivencialidades*. Creio que isto possa ser de interesse para pesquisas em Etnomatemática, já que a tomada da matemática ocidental como modelo, tanto de conhecimento quanto de racionalidade, acaba limitando as proposições das etnomatemáticas: muitas vezes a matemática ocidental é tomada como gabarito e as outras culturas são investigadas em termos de adequação ou não a ele.

Igualmente, a relevância destas questões para professores que lidam com o ensino da matemática escolar, parece clara, uma vez que amplia o olhar sobre a própria matemática escolar e sobre as vivências cotidianas dos alunos. Uma nova postura diante da matemática escolar, diante da matemática cotidiana e diante das relações sócio-culturais vivenciadas por nossos alunos parece nascer destas reflexões: um apelo à diversidade, ao olhar o outro a partir das diferenças e não das “faltas”, ao convívio com o diferente, o novo, o “fora de ordem”...

E assim é o cotidiano, a vida, enfim: cheio de híbridos, de diferentes, de monstros que clamam por serem olhados, percebidos e considerados em suas diferenças, em suas peculiaridades. Daí a dificuldade de se lidar com a diversidade que enfrentamos nas nossas salas de aula: não é possível ficarmos presos às grades disciplinares, pois, a vida, o cotidiano, a existência não se prestam a uma disciplinarização: sempre escapam das fronteiras disciplinares.

O conhecimento cotidiano é não-categorizável: ele representa todos os não-categorizáveis. Assim, ao tentarmos tratar os saberes/fazeres cotidianos a partir de uma disciplina, ou de uma disciplinarização, provocamos um empobrecimento das

relações cotidianas e um não aprofundamento das relações matemáticas. Mais do que empobrecimento, são perdidos aquilo que faz a sua riqueza: a vida, o movimento, a dinamicidade cotidiana...

Creio que a Etnomatemática vem se construindo nesta direção de busca pela cotidianidade na sua complexidade, na sua diversidade, na suas riquezas indisciplinarizáveis. Portanto etnomatemática não é “a matemática da rua”, ou qualquer coisa do tipo. Etnomatemática é, ao meu ver, totalmente impossível de ser associada a uma única disciplina: ela é mais ampla do que isso e, como os monstros, os híbridos, o diferente, ela sempre escapa ao molde matemático, ao modelo disciplinar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHÂTELET, François. *Uma História da Razão: Entrevistas com Émile Noël*.

Tradução de Lucy Magalhães, Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1997 [original 1992].

CLARETO, Sônia M. *Terceiras Magens: um estudo etnomatemático de espacialidades em Laranjal do Jari (Amapá)*. Tese de doutorado, Rio Claro: Unesp, 2003.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. *Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

_____. Reflexões sobre História, Filosofia e Matemática, *Boletim de Educação Matemática – BOLEMA*, Especial, nº 02, Rio Claro: UNESP, 1992, p. 42-60.

_____. *Etnomatemática*. São Paulo: Ática, 1990.

DESCARTES, René. *Discurso do Método*. Tradução de Eurico Corvisieri. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1999 [original 1637]. (Os Pensadores).

HUISMAN, Denis (comentários). *Descartes: Discurso do Método*. Tradução de Elza Moreira Marcelina. Brasília: Editora da Universidade de Brasília; São Paulo: Ática, 1989 [original 1981].

LEBRUN, Gerard. Vida e Obra. In NIETZSCHE, F. *Nietzsche: Obras Incompletas*. Tradução de Rubens Rodrigues Torres Filho, São Paulo: Editora Nova Cultural, 1999. 464 p. (Os Pensadores).

MACHADO, Roberto. *Nietzsche e a Verdade*. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1999.

NIETZSCHE, F. *A Gaia Ciência*. Tradução de Macio Pugliesi, Edson Bini e Norberto de Paula Lima. 3. ed. Rio de Janeiro: Ediouro, s/d [original 1881-1882].

_____. *Os Pré-Socráticos - A Filosofia na Época Trágica dos Gregos*. Tradução de Rubens Rodrigues Torres Filho. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1999 [1873]. (Os Pensadores).

PIMENTA, Olímpio. *Razão e Conhecimento em Descartes e Nietzsche*. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2000.

SANTOS, Jair Ferreira dos. *O que é Pós-Moderno*. São Paulo: Brasiliense, 2000 [original 1980]. (Primeiros Passos).

MR2 ETNOMATEMÁTICA

A ETNOMATEMÁTICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES: UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA

Roseli de Alvarenga Corrêa¹

“A proposta pedagógica da Etnomatemática é fazer da matemática algo vivo, lidando com situações reais no tempo e no espaço. E, através da crítica, questionar o aqui e agora. Ao fazer isso, mergulhamos nas raízes culturais e praticamos dinâmica cultural. Estamos, efetivamente, reconhecendo na educação a importância das várias culturas e tradições na formação de uma nova civilização, transcultural e transdisciplinar”. (D’Ambrosio, 2001, p.46)

1. Introdução

Quando foi perguntado ao professor Dr. Eduardo Sebastiani Ferreira quais os principais desafios à formação do professor, em particular do professor de Matemática, em entrevista que concedeu à revista Educação Matemática em Revista (SBEM, dez. 2001), o entrevistado, depois de fazer uma retrospectiva histórica da *“profissão de professor”*, diz que o professor tornou-se, hoje, *“um repetidor de ações comandadas por instâncias, muitas delas fora da escola e, na maioria das vezes, fora do contexto educacional”* (p. 6).

Sebastiani Ferreira considera, nessa entrevista, que é necessário devolver ao profissional da educação, *status* adquiridos, mas já perdidos no tempo - em

¹ UFOP - MG

particular os de sábio e o de didata - e que isso só pode ser feito na sua formação escolar e continuada, desde que tenham em vista formar o professor pesquisador,

“... pesquisador tanto dentro da etnologia, onde sua escola está inserida, como pesquisador em novas metodologias e por que não, em novos conhecimentos matemáticos e tecnológicos. Formar o professor pesquisador é trabalho das licenciaturas nas universidades, que devem propiciar cursos de extensão e aperfeiçoamento para esse profissional no exercício de sua profissão” (Sebastiani Ferreira, 2001, p. 6-7).

Em concordância com as visões de D'Ambrosio sobre a proposta pedagógica da Etnomatemática explicitada na frase inicial e a de Sebastiani Ferreira sobre a necessidade da formação do professor pesquisador, procurarei desenvolver a minha fala nesta mesa redonda tentando estabelecer uma proposta síntese dessas visões, tomando como objeto de interrogação a Educação Matemática nos cursos de formação de professores de Matemática e a Etnomatemática presente no currículo desses cursos.

2. Construindo a proposta

Fazendo uma retrospectiva de minha própria vivência como educadora e professora de cursos de formação de professores, em particular, de professores indígenas, eu sempre me perguntei: *“Como é, ou está sendo concebida a educação matemática na escola e quais visões a estruturam?”*.

Busquei respostas na construção de uma filosofia pessoal da Educação Matemática com base não apenas no trabalho que tenho desenvolvido nesse campo, mas também no estabelecimento de uma relação dialógica com integrantes dos diferentes segmentos que se ocupam da educação escolar, com educadores matemáticos com pesquisadores e docentes de outras áreas, com documentos oficiais, etc.

Todo esse ideário, resultado, também, das reflexões originadas de meu trabalho nos cursos de formação de professores indígenas, tem orientado a elaboração de modelos pedagógicos que defendem o ponto de vista de que os professores e seus alunos possam desenvolver uma atitude investigativa frente ao conhecimento e à realidade, servindo-se de fontes distintas de pesquisa, com base nas quais possam aprofundar, ampliar ou reformular seus conhecimentos e fazer, das tarefas de seu ensino convencional, algo prazeroso, interessante e desafiante.

Assim, antevendo a possibilidade – tanto em cursos de formação de professores, como nas escolas onde os mesmos exercem a sua prática – do desenvolvimento de modos de aprendizagem abertos e flexíveis para as experiências e conhecimentos das diversas culturas, busquei estabelecer, alguns princípios, que eu diria, norteadores de uma prática pedagógica visando a tais possibilidades.

3. Alguns princípios norteadores

Um desses princípios, em acordo com as idéias já expostas, sugere que a Educação Matemática na formação de professores deve incentivar a que os futuros professores desenvolvam uma atitude investigativa frente ao conhecimento e à realidade, sendo os mesmos concebidos como mediadores das diversas culturas.

Essa enunciação se fortalece quando pensamos nas formas próprias de “*matematizar*” de cada povo, de cada grupo cultural e de como essa diversidade pode estar sendo colocada numa situação didática, em particular, quando alunos e professores podem estar atuando como pesquisadores de sua realidade em busca de aprofundar conhecimentos da própria cultura e de outras culturas.

Assim, conhecer a cultura do outro, valorizá-la, respeitar a diversidade, os modos locais de medir, de contar, de operar, de explicar/comunicar, de denominar, de construir, de organizar no tempo e espaço, de classificar e de aprender constitui-se, também, em mais um dos princípios orientadores do meu

trabalho na educação quando, entre outras perspectivas, tenho em vista a formação de educadores matemáticos.

Pensamos também no aluno pesquisador e ambos, professor e aluno, situando-se numa perspectiva interrogativa, reflexiva e crítica frente ao conhecimento, procurando entendê-lo em seu contexto social, cultural, histórico, conferindo-lhe a aplicabilidade adequada e buscando o necessário aprofundamento quando isto se fizer necessário.

Como exemplo de um fazer pedagógico segundo essa visão, relato algumas ações desenvolvidas no Curso de Formação de Professores Ticuna, na região do Alto Solimões, Amazonas, no qual os alunos foram incentivados ao aprendizado do conhecimento das diversas culturas através da pesquisa, inclusive da pesquisa em suas próprias comunidades, com a participação de seus alunos. Alguns dos temas foram motivados pelos estudos que os professores realizavam nas diversas disciplinas do Curso, incluindo a Matemática, e outros, pelas próprias necessidades dos professores em conhecer mais as questões relacionadas diretamente com seu povo, sua história, sua cultura.

Alguns exemplos: o desmatamento da Amazônia; a saúde na comunidade; a situação dos rios nas proximidades das aldeias; as medidas utilizadas nos diversos fazeres da aldeia – como era ontem, como é hoje – na roça, na construção da canoa, do remo e da casa, nos utensílios, nos instrumentos de caça e pesca; na demarcação de terras; no comércio da madeira e do artesanato; na arte, no desenho, na música, nas festas; nas situações de contagem do passado e do presente, etc. (Corrêa, 2001, p. 284-285).

Destaco aqui, no sentido de ilustrar essa questão da pesquisa de campo realizada e orientada pelo próprio professor indígena, recortes expressos nos relatórios de dois alunos do Curso de Formação:

“A pesquisa que fiz juntamente com os alunos pesquisando o senhor Antônio Luciano, o mais velho da aldeia. Ele contou que antigamente todos os ticunas faziam as suas medidas com (...) vara, pé, palma, cipó, braço, passo e polegada. (...) hoje, os ticunas

não usam o metro feito pelo homem, ainda utilizam a mesma medida de antigamente. O seu Antônio contou para todos os alunos a maneira de medir o comprimento em uma vara. (...) Quando estávamos ouvindo as informações, desenhamos a casa (em construção) juntamente com os alunos” (Relatório de Valdino M. Martins, 2000).

“De acordo como os velhos falam, a medida já existia há muito tempo atrás, nos tempos de seus bisavós. Isso não quer dizer que eles estudaram Matemática como hoje em dia, mas eles aprenderam com o tempo, pela natureza de sua vida, passando de pais para filhos, de geração para geração. Desde então a Matemática já existia na vida dos Ticuna segundo a pesquisa feita. Antes do contato com o branco, quando viviam na maloca já sabiam medir o tempo e qual era o tamanho do tururi que faziam. Os leitos eram feitos de entrecasca de madeira que faziam conforme o comprimento de cada pessoa (...). Quando faziam roça todo mundo trabalhava junto para uma só maloca ou mais de 40 pessoas ou dez pais de família. Usavam medidas não padronizadas como, braços, cordas, pernas, palmas das mãos, vara, etc. Ninguém se preocupava com as medidas padronizadas, mas tudo era na memória já planejada anteriormente só no pensamento e depois na ação. Na época de seus pais ou seus avós, quando faziam roça, queimavam troncos de árvores que apodreciam e morriam. Dali eles plantavam as roças. Mais tarde, já na época dos patrões, já trabalhavam com utensílios de ferro. O trabalho era mais rápido na hora da colheita. Era correspondente a cada família. Sabiam quando amadureciam os frutos do roçado. (Relatório de Raimundo Leopardo, 2000).

Esses e outros relatos nos mostraram que os professores, além de envolverem seus alunos na pesquisa, também propuseram atividades diversas e situações-problema a partir do tema pesquisado. Valdino, por exemplo, além de propor para seus alunos desenharem a casa que estavam pesquisando com seu Antônio, propôs-lhes que calculassem quantos panos de “caranã” seriam necessários para cobrir toda a casa. E mais outros questionamentos poderiam estar sendo propostos também, com base nesses relatos, se pretendesse trabalhar novos assuntos matemáticos com os alunos.

Com base nos pontos de vista já explicitados, a idéia de pesquisar o conhecimento das diversas culturas, não deve levar à imposição do conhecimento de uma cultura sobre a outra e nem à substituição de um conhecimento por outro. Tal postura tem em vista conhecer, ampliar horizontes - de alunos e professores - sem valorizar ou desvalorizar um ou outro saber.

Segundo Leavitt e Stairs, ao contrário de se colocar em confronto as diferentes formas culturais de conhecimento, *“(…), tais diferenças de cultura cognitiva devem ser vistas como caminhos coletivamente preferidos pelos povos para pensar sobre o mundo, cada qual oferecendo soluções não disponíveis aos outros”*.

Torna-se importante, pois, refletir sobre a opção de se fazer uso deste ou daquele saber para a solução de situações-problema, que se apresentam na realidade das comunidades e também que os professores reconheçam que o conhecimento matemático específico de um povo, ou a sua etnomatemática, assim como todo o seu conhecimento adquirido através de gerações e gerações é tão importante como o conhecimento de qualquer cultura diferente da sua em qualquer sociedade. As pesquisas que os professores e seus alunos realizam entrevistando parentes, conhecidos e, principalmente, as pessoas mais velhas, são muito valiosas, resgatando, muitas vezes, para eles próprios, fazeres já deixados para trás e substituídos por outros, até mesmo pela proximidade com outras culturas.

4. A Etnomatemática como disciplina curricular nos cursos de

Licenciatura em Matemática da Universidade

A Etnomatemática está presente como disciplina na grade curricular do Curso de Licenciatura em Matemática da UFOP e, como tal, além de proporcionar ao educando o conhecimento de pressupostos teóricos sobre Etnomatemática - visões dos estudiosos da área, críticas e sua aproximação com outras áreas de conhecimento - tem por meta, também, incentivar a que o futuro professor desenvolva uma atitude investigativa frente ao conhecimento universal e ao saber matemático das pessoas em seu fazer cotidiano. Além do mais, busca-se dar um encaminhamento a uma proposta pedagógica para a sala de aula dos ensinos fundamental e médio, visando ao trabalho futuro do professor na escola.

Concordamos com Sebastiani Ferreira (1997), quando diz que um ensino com essas características é crítico e significativo. Crítico, pois os alunos quando modelam sua própria realidade fazem uma leitura crítica da mesma (que o autor chama de etnologia). Faz também uma análise política dessa realidade, refletindo sobre seu contexto e sua história de vida. O aluno percebe-se significativo nesse contexto, assim como os assuntos matemáticos que aprende, pois é nesse contexto que a matemática se mostra com características de aplicabilidade para os problemas do dia-a-dia. (p. 43)

Acredito que os destaques que faço, a seguir, de dois relatórios de pesquisa produzidos no 1º. semestre de 2003, na disciplina Etnomatemática pelos alunos do curso de Licenciatura em Matemática da UFOP, trazem evidências de uma Educação Matemática, assim como pensa Skovsmose (1995), enraizada num espírito crítico e num projeto de possibilidades que permite às pessoas participar na compreensão e transformação da sociedade. (p. 163)

Título (1): *“Matemática na realidade: Como é desenvolvido o saber matemático por pessoas de uma comunidade de Mariana”*

“Esta pesquisa foi realizada em uma comunidade da cidade de Mariana, Bairro Santo Antonio. Buscamos investigar o conhecimento matemático de

peessoas sem escolarização ou pouco escolarizadas nas atividades comerciais da comunidade. Pertencem a essa comunidade, pessoas com um passado de dificuldades e um presente de busca pela sobrevivência. Procuramos compreender como é construído o saber matemático em um contexto real, fora da escola. Acreditamos que essas pessoas, mesmo sem terem freqüentado a escola, desenvolvem esse saber que não é menos importante que o saber desenvolvido em sala de aula. As pessoas entrevistadas mostraram que usam a matemática como uma ferramenta de sobrevivência, porque possuem um passado de vida rural, onde os estudos eram mais difíceis e um presente de exclusão social, com poucas possibilidades de emprego. Recorreram, então a pequenos comércios no bairro simples. Embora não reconheçam, elas fazem um eficiente uso da matemática. Seus relatos sempre falam de uma matemática distante, difícil e que eles não são capazes de aprender e desenvolver. Na verdade percebemos que eles possuem grandes conhecimentos e, o que é melhor, é um saber real com base na realidade e na necessidade das pessoas. Essa pesquisa nos mostrou que devemos sempre aproximar a nossa prática pedagógica à realidade de nossos educandos, pois tanto eles quanto a comunidade em que estão inseridos têm muito a nos oferecer". (Gláucio, João Bosco, Márcio Luiz, Maria Helena, Wemerson, 2003, p.1-3)

Titulo (2): "A Matemática na arte da cantaria"

Na introdução do trabalho os alunos consideram que:

"A cidade de Ouro Preto nem sempre é perceptível aos olhos de seus moradores como patrimônio histórico da humanidade. O espírito crítico e investigativo por parte dos moradores em relação ao patrimônio material e imaterial da cidade precisa ser despertado pela posição que ela ocupa no cenário nacional e internacional.

É de suma importância que os educadores possam pensar a escola inserida em sua comunidade, em seu espaço e em seu tempo. Julgamos que é necessário que as salas de aula se constituam em pontos de referência

cultural/social para o educando, assim como para novas abordagens metodológicas.

Queremos, com esse trabalho, ressaltar os valores artísticos, culturais e sociais da região a qual pertencemos e identificar conhecimentos matemáticos presentes nos fazeres das pessoas da região.

Escolhemos como objeto de pesquisa, a Cantaria, que é arte em pedra sabão, ou mais precisamente, consiste em trabalhar artisticamente rochas esquadradas para construção, aplicando motivos ornamentais em alto ou baixo relevos e em elementos estruturais.” (Dirceu, Débora, Eliane, José Sérgio, Rogéria, 2003, p.2)

5. Conclusão

Finalizando, devo ainda acrescentar que a Etnomatemática, como disciplina optativa do curso de Licenciatura da UFOP, tem pensado sua proposta pedagógica, segundo D’Ambrósio, buscando *“fazer da Matemática algo vivo, lidando com situações reais no tempo e no espaço”* e assim como Sebastiani Ferreira, incentivando o futuro professor como *“... pesquisador tanto dentro da etnologia, onde sua escola está inserida, como pesquisador em novas metodologias e por que não, em novos conhecimentos matemáticos ...”*.

Considero que, pelos resultados que temos alcançado com os nossos alunos nos diversos cursos onde tivemos a oportunidade de atuar na disciplina Etnomatemática, temos caminhado rumo ao estabelecimento dessa “proposta síntese” das visões de D’Ambrosio sobre a proposta pedagógica da Etnomatemática e de Sebastiani Ferreira sobre a necessidade da formação do professor pesquisador. No entanto, vejo que é preciso mais: mais pesquisas, mais troca de idéias, mais encontros de pesquisadores nessa área que se constrói hoje na interface da Educação Matemática e da Etnomatemática. Muitas idéias já existem hoje na constituição desse novo paradigma educacional. Mas idéias só não bastam. São necessárias ações educacionais. Ações elaboradas cooperativamente, postas em práticas, refletidas, criticadas, recriadas, ...

6. Referências Bibliográficas

CORRÊA, R. A. *A Educação Matemática na Formação de Professores Indígenas : Os Professores Ticuna do Alto Solimões*. Tese de Doutorado, Campinas: Faculdade de Educação da UNICAMP, 2001.

D'AMBROSIO, U. *Etnomatemática – Elo entre as tradições e a modernidade*. BH: Autêntica Ed. 2001

LEAVITT, R. M.; STAIRS, A. *Sobre o Ensino da Linguagem Como Atividade Cultural*. Mensagens da Educação Indígena para o TESL, Canadá. Tradução de Ruth Monserrat, s/d.

SBEM – Sociedade Brasileira de Educação Matemática. Educação Matemática em Revista, Ano 8, nº 11, dez. 2001.

SEBASTIANI FERREIRA, E.. *Etnomatemática. Uma proposta metodológica* Série Reflexão em Educação Matemática, V. 3, Universidade Santa Úrsula, RJ., 1997.

SKOVSMOSE, O. *Competência Democrática e Conhecimento Reflexivo em Matemática*. In: Matemática e Realidade: Que Papel na Educação e no Currículo?, Orgs. J. F. Matos et alii, Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, Lisboa, 1995.

MR2 ETNOMATEMÁTICA

DA DIVERSIDADE CULTURAL E DO ENSINO DE ARITMÉTICA ENTRE VÍNCULOS E POSSIBILIDADES; OU PORQUE $2+3=4$, SE...

Ana Maria R. Gomes

Em primeiro lugar gostaria de agradecer o convite, que me permitiu a reaproximação com temas que me interessam, e com os quais trabalhei inicialmente, sem que tivesse tido a possibilidade de continuar. O que tenho a dizer, portanto, parte do pressuposto de alguém que, embora atenta e sensibilizada para as questões que envolvem a matemática e o ensino de matemática, vem desenvolvendo suas atividades dentro de outros campos temáticos.

Ainda dois pressupostos: minha experiência inicial com a matemática, enquanto aluna, foi marcada pela presença de meu pai, engenheiro, que me ajudou a ter uma visão da matemática que não se limitava às informações veiculadas no contexto escolar. Já muito cedo, percebi que existia uma diferença entre o que se faz na escola, e o que efetivamente pode ser ou pode-se conhecer da matemática por ela mesma, sem as negociações que caracterizam as situações escolares envolvendo as figuras do aluno e do professor. Por outro lado, foi minha experiência como professora dos anos iniciais que abriu um campo, para mim infinitamente interessante, ao trabalhar com as formas espontâneas de cálculo que as crianças conseguem utilizar quando não dirigidas a concentrarem sua atenção prematuramente nos algoritmos¹. O que as crianças faziam, os procedimentos de cálculo que empregavam, era tão desafiador que éramos obrigadas a registrar o que acontecia em sala para discutir depois nas reuniões, para procurar compreender, refletir e então decidir quais encaminhamentos propor em continuidade. Interessei-me, nesse período, por todo tipo de jogo (principalmente no campo da aritmética) que permitisse explorar o que eu considerava o lado belo da matemática, aquilo que as atividades escolares não me permitia conhecer.

Hoje, o que tenho a dizer é marcado pelos temas que procuro estudar, e que dizem respeito, de maneira mais ampla (sem se concentrar em conteúdos disciplinares específicos) aos processos de escolarização de diferentes grupos, aos diferentes sentidos da escola e às práticas culturais específicas a ela relacionadas, que fazem parte do que podemos chamar de cultura escolar. O tema das diferenças e da diversidade cultural têm sido, assim, muito presentes.

E é a partir desse tema que inicio tecendo algumas considerações. Mesmo para uma pessoa não informada sobre o campo, o termo Etnomatemática (assim como etnobotânica, etnociência) evoca a idéia de diferentes práticas e diferentes significados. Em outras palavras, evoca a existência das diferenças culturais consideradas também dentro do campo dos conhecimentos matemáticos². Como todos sabemos, diferença e diversidade cultural não são temas fáceis; ao mesmo tempo, são imprescindíveis na formação das pessoas e dos profissionais do mundo contemporâneo; e em particular modo, para o que nos interessa aqui, na formação de professores.

Abordar as diferenças entre os sistemas simbólicos, ou entre sistemas de significados de diferentes grupos humanos tem sido objeto da Antropologia desde o seu nascimento como disciplina científica. O próprio percurso da Antropologia pode ser uma pista inicial que nos ajuda a refletir sobre os instrumentos conceituais de que dispomos, sobre o modo como conseguimos lidar com as diferenças.

Em suas primeiras elaborações, a Antropologia se voltou exclusivamente para o conhecimento das “outras culturas”, dos chamados “povos primitivos”. São conhecidas as críticas ao evolucionismo como escola de pensamento, principalmente pelo fato de se tratar de uma perspectiva muito centrada no ponto de vista de uma única sociedade (aquela do pesquisador, ou seja, a sociedade europeia do séc. XIX), e de projetar sobre as demais as suas

¹ Em Gomes (1987), encontra-se alguns elementos dessa experiência.

² “Etnomatemática é um programa que visa explicar os processos de geração, organização e transmissão de conhecimento em diversos sistemas culturais e as forças interativas que agem nos e entre os três processos. Portanto, o enfoque é fundamentalmente holístico” (D'Ambrosio, 1990: 7) .

“Etnomatemática é a arte ou técnica de explicar, de conhecer, de entender nos diversos contextos culturais. As diversas práticas dessa natureza que se identificam em contextos culturais os mais variados são aparentemente abandonadas pelos praticantes quando lhes é exposta a chamada ‘matemática’ ”. (idem, p.81).

orientações culturais, que tornavam-se assim a medida e a referência para compreensão das demais culturas³.

Na sua evolução, a Antropologia conheceu diferentes momentos de crise e reorientação⁴. Sem entrar na enunciação de todas as diferentes correntes teóricas, podemos dizer que foi-se delineando um percurso progressivo no qual o eixo de observação foi deslocado: do foco absoluto nas outras culturas, tomadas como versões simplificadas da cultura do observador, passou-se a procurar focalizar cada sociedade, ou cada grupo humano, *nos seus próprios termos* (o “ponto-de-vista do nativo”). Em seguida, passou-se a focalizar também a cultura do pesquisador (o “retorno à casa”), para observar, a partir das mesmas premissas metodológicas, o contexto de vida ou a sociedade do próprio pesquisador. E passou-se, nos últimos vinte anos, a focalizar a própria atividade do etnógrafo: enquanto se observava o “outro” (que já tinha assumido diferentes formas e não se limitava mais à idéia dos “povos primitivos”), observa-se também as premissas da Antropologia como forma de conhecimento. Nesse contexto, vários aspectos da pesquisa de campo passaram a ser tomados como objeto de análise: a escrita como instrumento mediador que atravessa os diferentes momentos da pesquisa etnográfica, desde as notas de campo até a redação final da monografia; o tipo de relação que se estabelece na situação de pesquisa entre observador e observado, e a forma como essa relação vem (ou não) retratada no texto etnográfico; o próprio conceito de cultura passa por revisões enquanto construto científico em suas relações com o contexto empírico e com o texto teórico.

Fazendo um paralelo, em linhas muito gerais, creio que estamos vivendo hoje, no que diz respeito à escola e à formação de professores, algo semelhante ao segundo momento, ou seja, à passagem de uma visão centrada

³ Na introdução do ensaio “A ciência do concreto”, Lévi-Strauss demonstra como a pré-concepção evolucionista pode partir de argumentos diferentes, até mesmo opostos, e chegar a uma mesma conclusão que a justifique: se a língua de um povo usa diferentes termos para se referir, por ex. aos diferentes tipos de árvores, conclui-se que a língua é primitiva por não se distanciar das evidências concretas em direção a conceitos que possam sintetizar uma classe mais ampla; ao contrário, se a língua possui uma designação geral para se referir a plantas que possuem variações entre si, conclui-se que esse aspecto, interpretado como desinteresse por tudo aquilo que não é percebido como útil, evidencia a “indigência intelectual dos selvagens” (1970, p.19 e ss.) .

⁴ Para uma breve apresentação desse percurso, ver Sanchis (1996). Como leitura didática, de introdução ao conceito antropológico de cultura, ver Laraia (2002) e Cuche (1999).

no ponto de vista do observador a uma perspectiva que se esforça para colher os outros pontos de vista. Creio que seja nesse contexto que a Etnomatemática pode ser evocada/provocada através do contato com as outras culturas, e em modo particular, pela forma que esse contato assume na escola, instituição que progressivamente tem sido levada a povos e sociedades cuja organização social não prevê a sua existência.

Os estudos no campo da Etnomatemática desenvolvidos junto a “povos culturalmente distintos”, como os apresentados no volume organizado por Mariana K. L. Ferreira (2002a), têm trazido importantes contribuições para superar uma visão evolucionista do conhecimento matemático⁵. Analisando as práticas que envolviam conhecimentos matemáticos de populações do Parque Indígena do Xingu, Ferreira demonstra como as diferentes formas de interpretar os problemas aritméticos estavam relacionadas com diferentes concepções da vida social: de um lado, os grupos indígenas que operam trocas dentro de uma lógica de reciprocidade das *dádivas* (obrigatoriedade de dar, receber e retribuir); de outro, a lógica do sistema de trocas na sociedade capitalista, que opera a partir da idéia de *mercadoria* e da troca com objetivo de angariar vantagens estritamente econômicas⁶. Trocar *dádivas* – e com isto ativar vínculos sociais, reafirmar alianças, procurando garantir a continuidade das relações sociais – é muito diferente de trocar *mercadorias* – onde a continuidade que está em jogo é a da atividade econômica em si, garantida pela rentabilidade financeira da troca, independente das relações sociais (e pessoais) nela envolvidas. É assim que nos cálculos realizados pelos Juruna, Suyá e Kaiabi, dar algo não pode ser registrado como uma operação subtrativa, pois quem dá, necessariamente recebe, e às vezes recebe mais do que deu (Ferreira, 2002, p.55 e ss.). Ou seja, o resultado da operação será necessariamente um aumento em relação à posição inicial - na lógica da reciprocidade. Ou ainda, ao registrar por escrito a situação problema que se referia a aspectos da sua vida – como forma de contextualizar a atividade

⁵ D'Ambrosio (1990), ao discutir os fundamentos da Etnomatemática enquanto um programa, trabalha com a idéia de ciência em geral, uma vez que a referência à linguagem formal da matemática foi – e continua sendo – um dos esteios da ciência moderna. Nesse sentido, os problemas no ensino da matemática em muitos aspectos coincidem com os problemas que vem sendo hoje discutidos quanto à natureza do conhecimento científico e da educação científica.

escolar, podemos supor – um dos estudantes inclui nas suas contas elementos não presentes no enunciado do problema, por não considerar a descontextualização do conhecimento que caracteriza a escrita e as práticas escolares. Assim, suas operações retratam quantidades não previstas no problema que levam a respostas igualmente não previstas.

Esses exemplos, reportados aqui de maneira sumária, e vários outros que podemos retirar do livro, poderiam ser a matéria prima para um sem número de exercícios que permitissem o progressivo deslocamento ou distanciamento do olhar. Porque de exercício se trata, se nos colocamos o problema de *descentrar o nosso olhar*. É muito difícil se deslocar conceitualmente somente com a leitura informativa sobre o que dizem e fazem outros povos. E mais ainda: quem nunca se confrontou com outras lógicas, sem dúvida encontra mais dificuldades em *perceber as demarcações do próprio modo de pensar*. Todos que passaram por experiências significativas de contato com outras lógicas culturais tiveram ocasião de experimentar esse duplo percurso de aprendizagem: sobre o que se aprende do outro e da sua forma de agir e pensar; e sobre o que se aprende de si mesmo.

O livro “Na vida Dez, na escola zero”, de T. Carraher (1988), pode ser tomado nessa mesma perspectiva, trazendo porém o movimento para um universo bem mais próximo da escola e dentro da lógica capitalista (ou seja, o equivalente ao “retorno à casa”). Os exemplos descritos e analisados no livro sobre as diferentes formas de proceder com as operações aritméticas elementares em dois contextos distintos, explicitavam habilidades contrastantes das crianças – na escola, com operações formalizadas nos algoritmos, e na feira, com operações de troco e de equivalências necessárias à atividade de compra e venda. Na feira, as crianças eram capazes de operar e de controlar o resultado de seus procedimentos de cálculo; no contexto escolar (ou ao usar procedimentos que eram a ele vinculados), podiam produzir respostas absurdas sem que se dessem conta; ou melhor, ao serem interrogadas sobre a inadequação das respostas (da qual elas tinham consciência), afirmavam que era assim que funcionava *na escola* – também para elas, a lógica do “outro” era absurda, mesmo se se comportavam na

⁶ Seria interessante explorar também as demarcações culturais da idéia de mercadoria e suas implicações. Ver, por ex. Sahlins (1979).

contingência de procurar, na medida do que conseguiam, respeitar essa suposta lógica.

A tomada de consciência de diferentes pontos de vista a partir do confronto com outras lógicas, de grupos “culturalmente distintos”; ou mesmo a partir das diferenças presentes em um mesmo contexto social, é sem dúvida um exercício rico, e muito necessário. No entanto, a percepção que possam existir pontos de vista de “outros” corre também um risco: o de se acirrar a distância; o de reafirmar, através do reconhecimento das diferenças, a motivação para tratamentos diferenciados, que podem conduzir ao aumento das tensões em lugar de promover uma maior comunicação (não é necessário relatar exemplos, acredito, para explicitar esse tipo de situação no mundo atual).

As reflexões que gostaria de propor, então, procuram focalizar uma outra dimensão. Para introduzir, recorro a um artifício que utilizei com minha sobrinha, quando ela estava aprendendo as quatro operações, para ajudá-la a realizar um “deslocamento conceitual” no seu modo de perceber a aritmética. Disse a ela (no período em que se encontrava imersa na necessidade de decorar resultados das operações elementares e se esforçava por responder com prontidão): Você tem 2 tias Ana e 3 tias Maria, quantas tias você tem? A resposta foi imediatamente anunciada e suspensa: ela sabia que tinha 4 tias, e que eram três Marias e duas Anas. O que se passava então?

Muito mais do que sugerir uma armadilha (ou uma “pegadinha”), esse exemplo nos chama a atenção para algo que me parece fundamental. A metáfora do “ $2+2=4$ ” é muitíssimo utilizada, em diferentes meios, para se referir ao fato de que, se é possível colocar em discussão muitas afirmações e formulações /conhecimentos, no entanto em algumas áreas não tem como se duvidar da precisão e do caráter de única versão de uma dada formulação sobre a realidade. E me parece muito significativo que uma expressão matemática (aritmética) seja usada como metáfora para descrever tais casos. De fato, apesar dos esforços dos etnomatemáticos, a matemática continua a ser um campo de conhecimentos onde a idéia de universalidade enquanto princípio epistemológico, do ponto de vista absoluto, tem ainda uma presença muito forte. Em outras palavras, alguns campos de conhecimento parecem ser mais suscetíveis de aceitação de uma possível relativização dos

conhecimentos, e outros parecem mais propícios a reafirmarem a crença na existência de uma única versão dos fatos, ou de um único ponto de vista. Pode-se até admitir que, para “os outros”, as coisas possam funcionar de maneira diferente – “é a cultura deles” – mas não dentro da nossa própria tradição cultural e, ainda mais, das ciências exatas!

Como é, então, que essa crença se propaga? Essa seria uma questão importante, mas muito ampla, que envolveria (como de fato tem envolvido) o esforço e o trabalho interativo entre diferentes campos disciplinares e com diferentes temas e objetos de investigação. Mas poderíamos procurar explorar parte dessa pergunta, situando-a na matemática que ensinamos e aprendemos em nossas escolas, perguntando-nos porque, até hoje, diante da afirmação – metafórica – que, afinal, “ $2+2=4$ ” – a maioria das pessoas sorri e não consegue imediatamente contra-argumentar.

Voltemos então ao exemplo do “ $2+3=4$ ”, pensando em uma criança de oito anos que lida com os conhecimentos que lhe são apresentados na escola, e que, casualmente, vive uma situação concreta que contradiz aparentemente esses conhecimentos. Onde está a contradição? Alguns poderiam dizer que o problema está mal formulado – e isto seria de responsabilidade da professora. No entanto, até mesmo as crianças percebem que não se trata de um problema complicado e que não está fora das suas possibilidades de compreensão – e que portanto não seria para se considerar inadequado. E mais ainda, muitas delas chegariam rapidamente à possibilidade de compreender e outras ainda seriam capazes de explicitar a compreensão (o que implica um grau mais avançado de introspecção). O que elas, com certeza, não poderiam formular seria uma explicação como esta: que $2+2=4$ sempre que se tratar de dois conjuntos disjuntos.

Muito complicado para se ensinar (muitos objetariam!). Ser capaz de enunciar as condições em que a linguagem (ou sistema de representação) opera sem dúvida é mais complicado do que, em muitas circunstâncias, ser capaz de operar dentro dessa linguagem (ou sistema). Experimentamos isso todos os dias, cotidianamente.

A aprendizagem das demarcações de um sistema de representações pode se dar em um jogo infinito de ensaio e erro. Um exemplo bem atual é de como as pessoas aprendem a usar o computador: algumas procurando levar

em conta as premissas – isto é, a lógica do programa – e outras que o utilizam sem querer entrar nesse outro nível de interação, e que se embatem continuamente com as mesmas dificuldades. Enquanto usuário, a maior parte das pessoas não chega a ter uma idéia completa do que seja o sistema operativo do computador, mas aprendem a operar – quem mais, quem menos – considerando a existência desse sistema operativo e as limitações que ele impõe ao nosso modo de operar com a máquina.

Assim como acontece com o uso do computador, acredito que podemos explorar uma dada linguagem de modo a nos habilitar a lidar com os limites que suas premissas nos impõem, a tê-los presente e a poder ativar tais informações quando necessário. Mesmo que não se chegue a reconstruir explicitamente todas as suas propriedades.

Para suscitar tal possibilidade, vamos procurar outros exemplos relativos às limitações – dadas pelas suas premissas – da linguagem matemática em relação ao fenômeno que se quer descrever dentro dessa linguagem. Vamos nos limitar somente à adição, pois se usarmos as outras operações o campo se alarga muitíssimo:

- $1\text{ óvulo} + 1\text{ espermatozóide} = \dots$ (elementos de classes diferentes – ou da mesma classe, por se tratarem de dois gametas? – mas que interagem com propriedades tais que não se enquadram na idéia aritmética de soma)
- $1\text{ copo de leite a } 30^\circ + 1\text{ copo de leite a } 20^\circ = \dots$ (trata-se dos mesmos elementos, no entanto copos “podem ser somados” e temperaturas não, pois mesmo se são da mesma natureza, provocam interação entre si que não se enquadram na idéia aritmética de soma)
- $1\text{ hora de tempo empregado para preparar e assar um bolo} + \text{meia hora de tempo empregado para preparar uma salada de frutas} = \dots$ (os tempos se sobrepõem: enquanto o bolo assa, prepara-se a salada)
- $1\text{ laranja} + 1\text{ pêra} = 2\text{ frutas}$; no entanto, $1\text{ homem} + 1\text{ mulher} = 1\text{ casal}$ (se estivermos em um hotel, isso significaria 1 quarto ou 2 quartos?)

Em outras palavras: na escola, operamos na constrição das premissas da linguagem matemática, mas freqüentemente não o fazemos de forma a ter em mente essa constrição. Ao escolher só os casos pertinentes, os casos em que essa linguagem pode ser utilizada sem restrições, tornamos invisível a

demarcação “cultural” que a caracteriza – e que a torna possível enquanto linguagem, enquanto sistema codificado, formalizado.

Se, ao lado desses aspectos, incluirmos outros tipos de contextualização, quando inserimos a linguagem matemática dentro de diferentes lógicas culturais, como exemplos reportados anteriormente (Ferreira, 2002b); ou em diferentes contextos sociais (Lave, 2002; Carraher, 1988), produzimos ainda outro tipo de percepção do que seriam os limites. Poder-se-ia dizer que, além de lidarmos com as limitações dessa linguagem, a sua utilização deve ser sempre combinada com outros recursos quando se trata de interpretar ou de interagir com a realidade social.

Lidar com os limites, ou com as premissas – além de lidar com os próprios conhecimentos - pode se tornar um exercício rotineiro, que, além de contribuir para a aprendizagem dos conhecimentos em si, nos leva a melhor configurar a imagem que fazemos de uma dada linguagem /conhecimento e assim nos possibilita desenvolver modos / habilidades de operar com esse conhecimento que levem em conta esses limites.

Parafraseando Mauro Ceruti (1996), temos que exercitar a linguagem matemática explorando não somente suas possibilidades, mas também seus vínculos. E com isso não significa que se atribui menor valor à matemática, pois pode-se demonstrar as infinitas possibilidades que ela nos abre⁷.

Ao rever as premissas do conhecimento científico, e do conhecimento humano de maneira geral, Ceruti nos propõe a lógica de vínculos e possibilidades em alternativa à idéia de leis (da natureza ou leis que explicam o funcionamento dos fenômenos) – ou, podemos dizer, em relação às normas de um dado sistema de representação. Em lugar da idéia de leis enquanto restrições, Ceruti propõe que tratemos com a noção de vínculo. Trazendo essa perspectiva para nossas reflexões, as normas da linguagem matemática seriam, assim, tomadas como leis entendidas como vínculo. E “a lei enquanto expressão de vínculos, define, relativamente a determinadas condições, os *limites* do possível. Mas não limita simplesmente os possíveis. (...) o vínculo é também *oportunidade*: Não se impõe simplesmente a partir do externo – como observaram Ilya Prigogine e Isabelle Stengers – a uma realidade existente

⁷ O prêmio Nobel da Economia 2003 foi para cálculo estatístico da evolução do PIB, da taxas de juros e preço/risco de ações !... - Folha São Paulo, 9/10/2003, pág. B-14.

antes de tudo, mas participa na construção de uma estrutura integrada e determina na ocasião um espectro de conseqüências inteligíveis e novas“ (idem, p.17-18, tradução minha). Vínculo e possibilidades estariam assim inextricavelmente associados.

A proposição decorre, entre outros aspectos, da necessidade de integrar o observador na descrição que ele faz do fenômeno, de explicitar a presença do sujeito que observa no resultado da sua observação. Procurando revelar, dessa forma, “o caráter idiossincrático (individual o coletivo) de cada percurso de conhecimento e (...) a irreduzível *pluralidade* dos pontos-de-vista, das linguagens, dos modelos, dos temas e das imagens que concorrem (cooperando, mas também se contradizendo) para a produção dos conhecimentos” (Ceruti, 1996: 11, tradução minha).

Voltemos então à Antropologia, à formação de professores e, mais amplamente, à difícil temática da convivência entre diferentes. Conhecer o outro tem sido um pressuposto para se melhorar a convivência. Os exemplos aqui reportados nos levam à idéia que, tão importante quanto conhecer o ponto de vista do outro, é ter clareza sobre o próprio ponto de vista ao tentar entender as nossas dinâmicas de interação com os outros.

A invisibilidade que podem assumir para nós mesmos nossas próprias premissas, e a nossa incapacidade de levá-las em consideração em nossa forma de interagir pode nos levar a um movimento circular na comunicação que tende a atribuir ao outro (ou ao que supomos compreender do seu ponto de vista) os desentendimentos e dificuldades na convivência.

A obviedade que assume para nós mesmos nosso modo de pensar é sem dúvida um obstáculo quando se trata de uma interação entre pessoas onde diferentes modos de pensar estão em jogo. A obviedade que acaba por se constituir quanto às premissas da linguagem matemática, a partir do exercício que dela fazemos nas escolas, contribui para a reprodução da crença que a matemática possui um caráter de precisão absoluta. Esse seria um dos elementos que compõem a imagem dominante que ainda hoje se tem da matemática.

Por um lado, existe um contexto histórico de emergência da matemática tal como ela é hoje proposta nos currículos escolares e mesmo utilizada fora da escola, que faz com que seja dada muita ênfase no exercício

da linguagem formal, quando inicialmente, nas primeiras versões curriculares, se tratava fundamentalmente de aprender a operar em contextos imediatos, relacionados com a vida cotidiana (Lave, 2002, p. 68 e ss.). Progressivamente, a estrutura formal acadêmica do conhecimento matemático passou a ser tomada como um fim em si mesma, como um modelo a ser aprendido na escola e a ser transferido para os contextos extra-escolares, além de se tornar também o parâmetro para investigações sobre a cognição lógico-matemática (idem, p. 70).

Por outro lado, como afirma Rossi (2001), o que conta como conhecimento científico pode estar mais ligado à imagem que em determinada época se tem desse conhecimento do que às condições históricas em que ele se formulou: “a *história* tem muito a ver com as *imagens da ciência* (quer dizer, os discursos sobre aquilo que a ciência *é* e *deve ser*) que estão presentes na cultura”(idem, p.19). Nesse sentido, mais uma vez se reforça a idéia da matemática enquanto construção cultural, ou enquanto produto da cultura (D'Ambrosio, 1990) não esteja presente na imagem que dela é construída. Creio que, além da forma como historicamente a matemática veio sendo proposta nos currículos escolares, o que está em jogo seja fundamentalmente essa imagem que formamos da matemática, em função, também, das práticas pedagógicas através das quais ela é conhecida e experimentada, dentro e fora das escolas.

O contato com outras formas de elaboração dos conhecimentos matemáticos nos coloca à prova e pode provocar uma tomada de consciência da relatividade de nosso ponto de vista. Mas, a relativização a partir do “ponto de vista do outro” não pode que ser uma parte do movimento de reflexão sobre nossa forma de pensar. Um mergulho mais profundo e atento em nossa própria cultura, se provocado pela necessidade de *buscar uma melhor convivência entre diferentes*, é tão necessário quanto o conhecimento mais profundo de outras formas de pensar, em outras experiências – mergulho que só se torna possível quando o fazemos na busca de compreensão recíproca do outro e de nós mesmos.

Enfim, espero que essas reflexões tenham ajudado na tentativa de reconfigurar a imagem da matemática, para que ela possa se tornar uma metáfora que venha a contribuir para o trabalho, longo e árduo, de construir as

premissas para uma convivência possível entre diferentes. E para que o ensino de matemática venha a contribuir para o enriquecimento das experiências individuais e coletivas quando colocado em relação à diversidade cultural – em lugar de ser seu contra-argumento.

Referências Bibliográficas

- CARRAHER, T.; CARRAHER, D.; SCHLIEMANN, A. ,1988. *Na vida dez, na escola zero*. São Paulo: Cortês.
- CERUTI, M. , 1996. *Il vincolo e la possibilità*. Milano: Feltrinelli.
- CUCHE, D. ,1999. *A noção de cultura nas ciências sociais*. Bauru:EDUSC.
- D'AMBROSIO, U., 1990. *Etnomatemática*. São Paulo: Ática.:
- FERREIRA, M. K. L. (org.), 2002 a. *Ideais Matemáticas de Povos Culturalmente Distintos*. São Paulo: Global, FAPESP, MARI.
- _____. 2002b. *Quando 1+1? 2. Práticas matemáticas no Parque Indígena do Xingu*. In: Ferreira, 2002a.
- GOMES, A. M. R., 1987. Onde está a matemática na ordem das coisas?, *Educação em Revista*, n. 6 .
- LARAIA, R. B., 2002. *Cultura, um conceito antropológico*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 15^a ed.
- LÉVI-STRAUSS, C., 1970. A ciência do concreto. In: *O Pensamento Selvagem*. São Paulo: Cia. Editora Nacional. EDUSP.
- ROSSI, P., 2001. *O nascimento da ciência moderna na Europa*. Bauru: EDUSC.
- SAHLINS, M. (1979) – *Cultura e Razão Prática*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor.
- SANCHIS, P., 1996. A crise dos paradigmas em Antropologia. In: Dayrell, J. (org.). *Múltiplos olhares sobre educação e cultura*. Belo Horizonte: Editora UFMG.

MR3 JOGOS E EXPERIMENTAÇÃO NAS AULAS DE MATEMÁTICA

UTILIZAÇÃO DE JOGOS NAS AULAS DE MATEMÁTICA - UM DEPOIMENTO

Eduardo Sarquis

Pouco tempo antes da queda do muro de Berlim, enquanto se consolidava a distensão entre os blocos ditos comunista e capitalista, foi permitido aos alemães do leste visitar o outro lado do muro, o que lhes fora negado durante décadas. O governo da Alemanha Ocidental, em nome de uma recepção acolhedora, entregou a cada visitante uma certa quantidade de marcos, para que pudesse desfrutar dos prazeres de uma sociedade altamente consumista para os padrões comunistas. Na ocasião, segundo o que divulgou a imprensa, foi feito um levantamento do que os alemães orientais mais compraram para levar para suas casas. O campeão de vendas foi um jogo de comprar e vender no mercado, que aqui conhecemos por Banco Imobiliário. Antes da era dos videogames, esse jogo era o que mais havia sido vendido em todo o mundo.

No Brasil, é difícil encontrar um cidadão da camada média da população que não conheça e já tenha experimentado jogar o Banco Imobiliário. Especialmente se o indivíduo não for da geração videogames. A fantasia de poder comprar grandes propriedades, ganhar dinheiro, arriscar... enfim, as emoções que o jogo proporciona são extremamente sedutoras. Seu sucesso de vendas não é fortuito.

Os jogos de mesa acompanham o ser humano há milhares de anos. Hoje, centenas deles estão disponíveis no mercado. Há aqueles cuja vitória depende unicamente da sorte, como o bingo; outros combinam sorte e estratégia, como o Banco Imobiliário; alguns dependem quase exclusivamente do raciocínio, como o Xadrez; e há aqueles que exigem habilidades físicas, como o jogo de botões.

A grande maioria das pessoas encontra prazer em jogar. A constatação do que significam os jogos faz pensar neles como um recurso didático eficiente. Nas aulas de matemática, por exemplo, podem auxiliar na memorização de conteúdos, como podem ser utilizados como espaço de exploração e construção de novas aprendizagens.

Gosto de criar e experimentar jogos com colegas e alunos. Um deles, que passo a descrever a seguir, foi especialmente significativo pelas possibilidades de exploração das operações e do universo dos números.

O Jogo das Operações

Algumas experiências desenvolvidas com o Jogo das Operações serviram também para convencer-me de que podemos obter vantagens significativas com o uso das calculadoras; que elas podem abrir campos antes inacessíveis sem a predisposição dos alunos para enfrentar árduo trabalho de operar com os algoritmos tradicionais.

A história do jogo começou há muito tempo, em um curso para professores sob minha responsabilidade na cidade de Ipatinga, Minas Gerais. Durante uma manhã, desenvolvemos uma oficina de construção de jogos matemáticos. Um dos grupos apresentou a demanda de construir um material que facilitasse e desse significado às expressões numéricas que, segundo as professoras, era trabalhada de forma muito pouco interessante. A partir de um debate em que trocamos algumas idéias, o grupo criou um jogo de cartas com números e operações, o qual mostrou-se inviável devido ao trabalho necessário para que fosse executado. Desanimadas, as professoras jogaram no lixo o papel onde haviam escrito as regras. Naquele momento, pensei que talvez fosse possível aprimorar e facilitar a execução do jogo; por isso, peguei de volta aquele papel e o levei para minha casa.

Passaram-se alguns anos, até que a professora da primeira turma de quarta série de nossa escola¹ apresentou-me a mesma demanda de tornar o trabalho com expressões numéricas mais significativo. Resolvi tirar as antigas anotações de minha gaveta. Agora já contávamos com a opção de jogar com calculadoras disponíveis para todos os alunos. Mostrei o jogo a ela e decidimos fazer a experiência. Acompanhei o trabalho na sala para verificar o que ocorreria. Vale registrar o fato de que alguns pais se recusaram a deixar seus filhos levarem as máquinas para a escola. Alguns pensaram que os filhos estavam faltando com a verdade. Não acreditaram que a escola permitiria o uso de uma máquina tão desqualificadora das capacidades matemáticas dos estudantes. Outros pensaram que

¹ Trata-se da professora Ainara Pinheiro Costa, da Cooperativa de Ensino de Belo Horizonte

estávamos equivocados e agíamos de maneira leviana, correndo o risco de os alunos desaprenderem a tabuada e os algoritmos tradicionais. Foi preciso telefonar para esses pais e tranquilizá-los mostrando o caráter restrito da experiência e nossa segurança para levá-la adiante. O quadro seguinte mostra a montagem e as regras do jogo:

JOGO DAS OPERAÇÕES

Material necessário

- 20 cartas com números (cartas amarelas);
- 8 cartas com operações (cartas verdes);
- 1 calculadora, papel e lápis.

Como jogar

- Preparação do jogo

As cores aqui indicadas servem apenas para diferenciar as cartas com números das cartas com operações, que deverão formar montes diferentes durante o jogo. Cada carta amarela deve conter um número, de forma que os números de 0 a 9 se repitam duas vezes.

As 4 operações, adição, subtração, multiplicação e divisão, serão escritas, uma em cada carta verde. Assim cada operação será escrita em duas cartas.

Os dois montes deverão ser embaralhados separadamente e colocados sobre a mesa, escondendo o conteúdo das cartas.

- Para começar, cada jogador retira 3 cartas do monte amarelo e 2 cartas do monte verde. Assim, obterá 3 números e 2 operações.
- Alternando número e operação como quiser, o jogador irá formar uma expressão numérica. Se necessário, utilizará a calculadora para encontrar o resultado dessa expressão. A primeira rodada termina quando todos os jogadores encontram e anotam os resultados de suas expressões numéricas.
- O objetivo do jogo é fazer o maior número de pontos possível em cada rodada. As operações devem ser realizadas na ordem convencional (multiplicação e divisão antes de adição e subtração), mas o jogador poderá imaginar o uso de parênteses e inverter a ordem convencional. Entretanto, quando o fizer, terá que avisar aos outros participantes como está usando os parênteses.

- Terminada a primeira rodada, as cartas são devolvidas para os respectivos montes, novamente embaralhadas e colocadas sobre a mesa para a segunda rodada. Depois de 5 rodadas, os jogadores somam os pontos obtidos. O vencedor será aquele que obtiver o maior resultado final.

Notas sobre a experiência com os alunos

Já na primeira experimentação, o jogo permitiu um nível de discussão com os alunos que ultrapassou nossas expectativas mais otimistas.

A existência dos números negativos e a possibilidade de operar com eles constituiu um dos temas de debate propiciados pelo jogo. Para os alunos, o sinal negativo que, vez por outra, aparecia no visor da calculadora tinha um significado bastante preciso: eles sabiam que uma quantidade de pontos negativos implicava no correspondente rebaixamento de seu score.

A inversão da ordem convencional das operações foi facilmente assimilada. Eles aprenderam rapidamente que a realização de uma adição antes de uma multiplicação aumenta o resultado final da expressão numérica. Dessa forma, atribuíram significado à utilização de elementos gráficos como os parênteses: $(3 + 4) \cdot 7 > 3 + 4 \cdot 7$.

As operações com números racionais, facilmente resolvidas com as máquinas, exigiram algumas explicações. Um dos grupos, em um determinado momento (eles jogaram várias partidas) apresentou-me sua seqüência requisitando minha ajuda. É que eles haviam obtido duas cartas com divisão e acreditavam que a única maneira de atuar com elas seria realizando as operações na ordem em que surgiam. Algo como $3 \div 7 \div 8 = 0,05357...$ Sugerí que utilizassem a inversão das operações assim: $8 \div (3 \div 7) =$. O resultado foi absolutamente surpreendente para eles: $18,666...$ ²! Foi divertido observar que, ao apresentar para a outra dupla a solução, os colegas duvidaram e, juntos, todos os participantes do jogo tiveram de refazer as operações algumas vezes para se convencer do resultado, inclusive usando calculadoras diferentes.

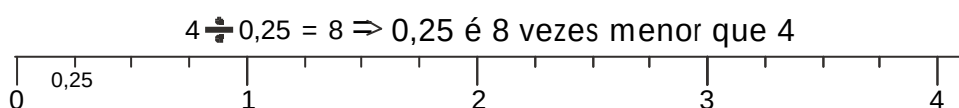
² Um detalhe: aqui a limitação do número de dígitos das calculadoras esconde a dízima periódica: $3 \div 7 = 0,428571428571428571428571428571429...$

Outras situações desafiadoras foram apresentadas na etapa do trabalho em que sistematizávamos as aprendizagens proporcionadas pelo jogo. Propusemos, por exemplo, que todos verificassem o que ocorria nas máquinas quando uma seqüência continha duas divisões, duas vezes o número zero e qualquer outro número. Como todas apontaram erro na seqüência, foi preciso explicar por que a divisão por zero não era possível³.

Ainda apresentamos outros desafios, tais como descobrir que operações, repetidas duas vezes na seqüência, conduziam a um resultado único, independente da ordem em que eram organizadas as cartas. Assim ficou evidenciada a comutatividade para a adição e a multiplicação. Além disso, desenvolvemos uma discussão sobre os negativos, e sobre os racionais.

Para discutir os negativos, enfatizamos o fato de que, quanto maior o resultado que aparecia na calculadora precedido pelo sinal negativo, maior o prejuízo no score. Isso era fácil de verificar. Os alunos foram desafiados a descobrir o menor resultado negativo que se podia obter dentro das regras e com as cartas que utilizaram para jogar.

A explicação mais empolgante dizia respeito ao resultado da divisão de um inteiro por um decimal menor que a unidade. A turma não conseguia compreender o fenômeno. Então, desenhamos uma reta no quadro, definimos a unidade para nossa reta e mostramos um significado para a divisão que eles estavam desconsiderando: o resultado mostrava quantas vezes o divisor cabia no dividendo⁴.

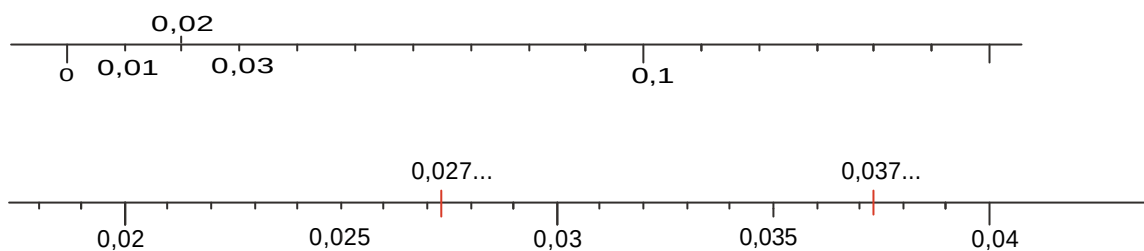


Ainda discutindo os decimais, desafiámos os alunos a encontrarem a seqüência que conduziria ao menor valor possível maior que zero. O processo de chegar até a resposta, que parecia óbvio a nós, adultos, não saiu imediatamente. Eles foram resolvendo o desafio por tentativa e erro a princípio, sem parar e pensar exatamente que

³ Todo número multiplicado por zero resulta zero. Em contrapartida, não é possível dividir um número por zero porque não existe um resultado que multiplicado por zero retomaria o dividendo. Sabemos que $8 \div 4$ é 2 porque $2 \times 4 = 8$; contudo, para $8 \div 0$ não existe um número a tal que $a \times 0 = 8$.

⁴ No ano seguinte, pudemos verificar que essa compreensão encontrava-se ainda intacta em suas memórias. Perguntamos pela explicação daquela divisão e eles não tiveram dificuldade de lembrar o porquê do resultado.

números e operações deveriam usar. Esse processo facilitou uma visualização dos decimais, uma vez que cada valor que encontravam era colocado na reta numérica que desenhamos no quadro. E aconteceu que à medida que os números encontrados iam ficando menores, éramos obrigados a refazer a reta, modificando a escala e permitindo uma explicação sobre a localização de cada novo decimal que era encontrado. Assim íamos avaliando se um resultado era maior ou menor que o encontrado anteriormente. Números como 0,027... (da sequência $2 \div 8 \div 9$) eram então comparados com outros como 0,037... (da sequência $3 \div 9 \div 9$) a partir da visualização de ambos na reta desenhada em uma escala apropriada:



O Jogo das Operações descortinou um conhecimento de acesso difícil para pré-adolescentes com 10/11 anos de idade. As calculadoras serviram como instrumento de pesquisa e o objeto investigado era a própria natureza dos números e das operações. O prazer proporcionado pela exploração das possibilidades de operar manteve os alunos atentos às tarefas e às explicações. Alguns resolveram, inclusive, experimentar o jogo em suas casas, compartilhando com seus familiares as emoções que ele proporciona.

MR4 INFORMÁTICA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

INFORMÁTICA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Diva Silva Almeida¹

A educação matemática sempre deve nos remeter a um ensinar e aprender na relação educativa entre professor, aluno, conhecimento e meio. Aliar a esta relação uma ferramenta importante como a Informática, é estrategicamente romper com modelos deterministas de educação e vislumbrar as possibilidades de construção de conhecimento em diferentes níveis educacionais.

Palavras Chave: Informática – Educação Matemática – Interacionismo.

Sempre somos remetidos a alguns questionamentos como: - a escola não para com modismos; pra que computador? Se já é difícil aprender matemática tradicionalmente, imagina com o computador! Computador, Internet educam?

Como é difícil analisar a situação em meio a tantas contradições e divergências de concepção de educação. Mas é necessário refletir e como indica Paulo Freire, a melhor maneira de pensar certo é pensar a partir da própria prática. Este é o primeiro desafio a que queremos remeter o leitor. Como é sua prática? O que a fundamenta? O que é um aluno educado pra você? Iniciar com esta reflexão, indica que precisamos ter clara nossa concepção de educação.

LIBÂNEO, 1998 evidencia uma visão Diretiva da Educação e uma visão Progressista. Nos pautaremos na perspectiva da Tendência Sócio Interacionista de Educação, a qual sustentada por teóricos como Vygotsky nos mostra que o professor precisa ser um mediador entre o conhecimento

¹ Pedagoga, Especialista em Psicopedagogia e Avaliação Institucional, Mestre em Comunicação social com a temática da Telemática Educativa.

sistematizado, o aluno e o meio. Este sujeito – aluno que é nosso recorte neste momento, é um ser historicamente e socialmente inserido e não pode ser visto fragmentado. Ele traz um conhecimento prévio, é um sujeito que pensa e que tem uma relação direta entre estruturas internas (biológicas – maturação) e externas (sócio-histórico).

Na relação informática e educação matemática, nos propomos a resgatar alguns autores que fundamentam nosso pensar a respeito.

O acesso ao computador está crescendo a cada momento. A escola não poderia ignorar o ato e de certa forma se viu pressionada a reagir. Alguns implantaram as “salas de informática”, outros começaram a inserir a ferramenta gradativamente. Mas o fato é que a resistência ainda de muitas pessoas, inclusive os professores, é grande. Paira no ar uma certa ameaça ao papel do professor, o que numa perspectiva de transmissão de conhecimento que se limite a um repasse de informações, é verdade. Mas o educador de fato não será substituído por uma ferramenta.

O engenheiro Celso Vallin (1998:2) alerta que:

“daqui a algum tempo, todos os professores serão usuários experientes, e naturalmente farão uso do computador junto a seus alunos, pois, ao lidar com letras, informações, cálculos e toda a intelectualidade humana, a escola não poderá ser diferente da sociedade em geral. À medida que isso for acontecendo, os alunos não precisarão mais de escolas de informática nem de aula de informática. Aprenderão um pouco de cada coisa com os professores que primeiro usarem aquelas habilidades. Da mesma forma que não se ensina caligrafia ou ortografia sem que o indivíduo se aproprie dos significados das palavras, não se deve ensinar ‘informática para usuários’ isoladamente. “

Por isto que devemos ter clareza que situações de 'salas de informática' e 'professores de informática' é um período de transição, pois o professor da disciplina específica, como é o nosso tema, o professor de matemática precisará utilizar o computador como ferramenta no processo ensino-aprendizagem da matemática.

O professor precisa ter contato com o computador, por isso, uma das sugestões é colocar computadores na sala dos professores ou em outro lugar de livre acesso dos mesmos na escola, para que possam acessá-los com facilidade.

Outra sugestão é aliar atividades cotidianas do professor para as quais o computador seja útil. Segundo Vallin ele vai poder perceber a necessidade, as dificuldades e as vantagens do uso dessa ferramenta. Embora importante, a informática é simplesmente uma ferramenta. Ela não pode ser nem desprezada nem supervalorizada. Todos os professores, de qualquer disciplina, devem usá-la.

A atualização não para. Sempre softwares continuarão sendo lançados no mercado. As máquinas vão sendo trocadas por outras mais modernas, e o professor deverá ser capacitado de tal maneira que chegue a um ponto em que possa se atualizar de forma autônoma.

Vallin,1998:4 cita:

“Como pode um “professor de informática” avaliar quais informações na Internet serão interessantes aos alunos, em um determinado momento de uma determinada disciplina? O que deve acontecer é que o professor, que já precisa ler jornais, conhecer livros e manter-se atualizado, deverá aprender a usar a Internet e fazer dela mais um meio de consulta e de troca de informações com a comunidade científica. Navegar pela Internet é muito mais simples do que conhecer um conteúdo curricular de qualquer disciplina ou série. Saber levar os alunos a se interessar e a aprender tais conteúdos é também muito mais complicado do que lidar com computadores. Não se pode

desperdiçar toda a capacidade que os professores atuais já possuem.

Temos de habilitá-los a usar mais esse recurso.”

Ao introduzir um novo recurso na prática pedagógica, o professor e toda a escola devem ser chamados para discutir como usá-lo e aprender que ação caberia em cada situação. Portanto, não podemos reproduzir modelos ou içar buscando um, pois cada situação é única. Devemos sim, é ter diretrizes.

O computador pode ser utilizado na educação matemática de diversas maneiras, mas lembre-se: ele tem que estar a nosso serviço e não o contrário.

Vallin descreve: Passar um conteúdo curricular; Exercitar processos ;Editar textos ;Comunicação ;Pesquisa ;Auto-análise do pensamento lógico; Expressão de conteúdos;Fazer cálculos ;Armazenar informações ; Controle de máquinas.

Dentre as possibilidades vamos citar uma – Exercitar processos -

“ A humanidade desenvolveu muitos processos que nos são úteis e que desejamos ensinar às crianças e aos jovens. São usados nas ciências exatas. Além do aluno entender um processo, muitas vezes ele deseja exercitá-lo, repetidas vezes, para memorizá-lo ou para ganhar habilidade e velocidade. O computador pode ser um parceiro nesse treino. Na maior parte dos casos não se desenvolve aqui a capacidade do aluno de perceber onde o processo será aplicado com propriedade. Não se estimula a capacidade de criar novos processos com esses programas.”

Vallin,1998:5 e 6.

E Fazer cálculos – A palavra computador significa “fazedor de cálculos”. Através de programas chamados planilhas de cálculo (como o Excel) pode-se determinar a execução de qualquer conjunto de cálculos que se queira. O programa possui todas as funções imagináveis e faz os cálculos de imediato. Serve ainda para fazer gráficos dos resultados.

Concluimos que, ao decidir usar uma ferramenta como o computador em uma disciplina como a matemática, é preciso refletir que ela é um recurso e eu poderia também desenvolver a atividade sem utilizá-la, ou seja, não sou refém da mesma. Também decidir se é melhor usá-la ou não. E por fim o que de fato seu uso contribuiu para o desenvolvimento do aluno.

Educação matemática: ensinar e aprender; possibilitar o conhecimento, desenvolver o raciocínio lógico, a própria abstração. Como o sujeito aprende, como se estrutura seu pensamento. O processo de ensino aprendizagem de matemática é um exercício permanente de transposição didática e por que não aliá-la a uma ferramenta como a Informática, e contribua para a formação dos sujeitos como um todo.

Referências bibliográficas

VALLIN, Celso. Como implantar a informática na escola. IN: *Proinfo*. Belo Horizonte: SEE, 1998.

VALENTE, J. A. org. *Liberando a mente: computadores na educação especial*. Campinas: Unicamp, 1991.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

D'AMBROSIO, Ubiratam. *Educação Matemática: da teoria à prática*.
Campinas, SP: Papirus, 1997.

MR4 INFORMÁTICA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

O ESTUDO DA MATEMÁTICA EM AMBIENTE INFORMATIZADO – O SOFTWARE COMO RECURSO DIDÁTICO - UM ESTUDO DE CASO: A MATEMÁTICA DOS CURSOS DE ENGENHARIA DA PUC MINAS

João Bosco Laudares

1. Introdução

A Urgência de mudança da sala de aula para o laboratório – A busca de um espaço eficaz de aprendizagem

A procura da produtividade em educação e da eficiência nos processos de ensino suscita a necessidade de definir uma nova pedagogia distinta da tradicional, modelo que privilegia a exposição verticalizada de um saber pronto e acabado e estabelece uma relação hierarquizada entre professor e aluno. O repensar da ação acadêmica aponta para a emergência de novas bases sobre as quais possa ser apoiada e reformulada a conduta do docente, não mais como agente ativo e exclusivo da transmissão do saber mas, como coordenador e facilitador de múltiplas atividades na construção do conhecimento, uma nova postura que abre espaço para o diálogo, para a efetividade de um processo didático, no qual professor e aluno são atores.

Nos vários momentos da ação educativa – planejamento, realização de atividades, avaliação, replanejamento – o professor é o elemento mobilizador de um grupo

que, fazendo uso de certa metodologia (disciplina), se dedica à exploração de algum conteúdo (matéria).

A transmissão da informação não pode ocupar sozinha o centro do processo de ensino-aprendizagem e nem pode ser tomada como único parâmetro norteador dos serviços oferecidos pela escola. Olhar o ensino-aprendizagem como um processo de aquisição ou construção, a maneira de abrir o trabalho escolar para o tratamento da informação, para a compreensão de conceitos, para o pensar de modo sistematizado e com mobilidade. É também a forma de instituir os sujeitos do processo: muda a postura – não a posição – tanto do professor quanto do aluno. Ambos se tornam construtores e re-construtores do conhecimento. A mudança de professores e alunos provoca substancial revolução na escola que passa a ser um espaço de trabalho, resultado de um movimento de interação entre sujeitos que lidam com a informação, seguem determinada metodologia e buscam significados.

Uma pedagogia crítica dos conteúdos só se efetiva em espaço acadêmico de reflexão, o que faz emergir nova estrutura curricular, privilegiando a formação do estudante – aprendiz do ofício de estudar, através da aquisição de informações. A sala de aula, seja ela a sala de aula propriamente dita ou o laboratório, é transformada em local de trabalho com o conhecimento, espaço de construção de habilidades e competências do educando e do educador.

O desenvolvimento técnico-científico tem estendido seus tentáculos a todas as instituições sociais. A Escola não ficou imune à invasão das novas tecnologias de comunicação. Assim, a presença da tecnologia na Escola é real e sua utilização, inadiável, uma vez que a *humanidade não abdica de suas conquistas*. Tal fato coloca professores e alunos diante da necessidade de, sob pena de perder o trem da história, lançar mão destas conquistas da humanidade sempre que pretenderem trabalhar com o conhecimento.

Na mediação entre o saber e os métodos de estudo, estão os materiais e artefatos tecnológicos, que os professores utilizam para viabilizar a didática. Equivocadamente, a pedagogia tecnicista se deixa trair por um reducionismo perigoso quando coloca como centro de eficiência o material didático e, com isto, deixa em segundo plano a ação de alunos e professores no processo ensino-aprendizagem. Os meios, isto é, as ferramentas tecnológicas, nas mãos dos agentes, se tornam instrumentos para obtenção de resultados. A ferramenta – o computador, não tem inteligência, sensibilidade, emoção e nem intuição, características próprias dos sujeitos; somente quando usada por um sujeito é que a ferramenta se torna instrumento que pode explicar as muitas qualidades de quem a manuseia.

A partir destas premissas, o Departamento de Matemática e Estatística – DME da PUC Minas inaugurou uma nova metodologia de estudo de disciplinas teóricas de Matemática Superior, que consta de atividades orientadas para o estudo de tópicos da disciplina Cálculo Diferencial e Integral I e Geometria Analítica e Álgebra Linear – GAAL dos cursos de Engenharia da PUC Minas, com o auxílio de um SOFTWARE, tirando o aluno de sala de aula e levando-o para um laboratório de informática, denominado: “Laboratório de Cálculo – LABCAL”.

A implantação do LABCAL foi motivo de preocupações e de discussões entre os professores de matemática do departamento, trazendo certa ansiedade e alimentando expectativas entre os mesmos. Dentre os muitos questionamentos levantados, são relevantes: Qual o papel do computador no ensino do Cálculo Diferencial e Integral e GAAL? O computador substitui o professor? Que razões tornam o computador uma ferramenta necessária para o estudo da matemática? Quais são as contribuições que o computador traz para a eficiência e eficácia do ensino? Que valores o computador traz para a didática e o que acrescenta às técnicas de ensino? Neste contexto e a partir destes questionamentos, é

apresentada a proposta de uma investigação na área da informática educativa, pesquisando o uso do computador como instrumento da metodologia no ensino da Matemática Superior.

Sem maiores interrogações, o grupo de professores já aceitava e utilizava o computador no Cálculo Numérico ou na Estatística como ferramenta para a simplificação e realização mecânica de cálculos. Entretanto, colocar o computador na mediação entre o objeto de estudo da Matemática Superior (no caso de Cálculo Diferencial e Integral e GAAL) e o estudante, como ferramenta metodológica, trazia muita inquietação: o grupo de professores desconhecia o uso da ferramenta e se sentia inseguro; a implementação do uso do computador na prática educativa demandava tempo e estudo. Como operacionalizar esta técnica de ensino numa disciplina teórica ou, melhor dizendo, numa disciplina que exige a compreensão de conceitos um tanto abstratos e a aplicação dos mesmos em problemas dos mais diversos campos do saber?

A mudança do lugar de assistência, a sala de aula, para um espaço provocativo de ação, o laboratório de informática, tem justificativa a partir de características de ambientes informatizados, quais sejam:

a) Meio dinâmico

Historicamente, os sistemas de representação do conhecimento matemático tem caráter estático. Vê-se isto observando os livros ou assistindo uma aula “clássica”. Este caráter estático, diversas vezes, dificulta a construção de significado, e o significante passa a ser um conjunto de símbolos e palavras ou desenho a ser memorizado. Assim sendo, não deve ser surpreendente quando os alunos não conseguem transferir um conceito ou teorema para situação que não coincide com o protótipo registrado, a partir da representação do livro ou do professor.

A instância física de um sistema de representação afeta substancialmente a construção de conceitos e teoremas. As novas tecnologias oferecem instâncias físicas em que a representação passa a ter caráter dinâmico, e isto tem reflexos nos processos cognitivos, particularmente no que diz respeito às concretizações mentais. Um mesmo objeto matemático passa a ter representação mutável, diferentemente da representação estática das instâncias físicas tipo “lápiz e papel” ou “giz e quadro negro”. O dinamismo é obtido através da manipulação direta sobre as representações que se apresentam na tela do computador. Por exemplo: em geometria, são os elementos de um desenho que são manipuláveis; no estudo de funções, são objetos manipuláveis que descrevem relação de crescimento/decrescimento entre as variáveis.

b) Meio interativo

Como interatividade entende-se, aqui, a dinâmica entre ações e reações do ambiente, e no sentido muito além daquele em que a reação do sistema é simplesmente informar sobre “acerto” ou “erro” frente a ação do aluno, não fornecendo nenhuma contribuição ao processo de aprendizagem. Na interatividade que está se pensando, o sistema oferece suporte as concretizações e ações mentais do aluno; isto se materializa na representação dos objetos matemáticos na tela do computador e na possibilidade de manipular estes objetos via sua representação.

A “reação” do ambiente, correspondente a ação do aluno, funciona como “sensor” no ajuste entre o conceito matemático e sua concretização mental. Um meio que pretenda ser interativo, na medida do possível, não deve frustrar o aluno nos procedimentos exploratórios associados as suas ações mentais. Isto vai depender do recurso que coloca a disposição e do nível de automação nos procedimentos. Alguns dos recursos já disponíveis em certos ambientes: ferramentas para construção de objetos matemáticos, múltiplas representações, procedimentos dos alunos que podem ser

registrados ou automatizados (capturação de procedimentos), auto-escala automática, zoom-in e zoom-out, dados que se utilizam com a dinâmica da situação, traçado de lugares geométricos e cálculos automáticos.

c) Meio para modelagem ou simulação

Criar e explorar o modelo de um fenômeno é uma experiência importante no processo de ensino-aprendizagem. Em programas com recursos de modelagem os alunos constroem modelos a partir de uma representação dada por expressões quantitativa (funções, taxas de variação, equações diferenciais) e de relações entre as variações que descrevem o processo ou fenômeno. A característica dominante da modelagem é a explicitação, manipulação e compreensão das relações entre as variações que controla o fenômeno, sendo o feedback visual, oferecido pela máquina, um recurso fundamental para o ajuste de idéias.

O recurso de simulação permite a realização de experimentos envolvendo conceitos mais avançados. Neste caso, a complexidade analítica do modelo fica por conta do programa e os alunos exploram qualitativamente as relações matemáticas que se evidenciam no dinamismo da representação de caráter visual. Na exploração qualitativa não há preocupação com a dedução das relações matemáticas analíticas.

2. Informática educativa – novas tecnologias e o processo ensino/aprendizagem da Matemática.

Uma das áreas de estudo da Educação Matemática é a metodologia do processo ensino/aprendizagem com o uso das novas tecnologias, especialmente, do computador com o SOFTWARE educativo.

O Software Educativo – SE é um programa desenvolvido pelo o computador, ou seja – é a parte lógica, o seu cérebro – que pode instrumentalizar o professor na sua tarefa de levar o aluno à aprendizagem de conceitos relacionados com os conteúdos curriculares. Ele é uma ferramenta que deve estar integrada ao projeto pedagógico da escola como um dos recursos didáticos, disponibilizando para o professor no seu papel intransferível de mediador do processo de ensino-aprendizagem. Assim, o melhor SE será aquele em que o aluno, para obter um resultado, tem que interagir com ele, mostrando que tem conhecimento pois, se não tiver o conhecimento o SE em nada o ajudará.

Quanto a natureza do SOFTWARE para uso na educação, pode-se distinguir dois grupos: aqueles produzidos especificamente para a educação como: CABRI-GÉOMETRE, GRAPAMATICA, LOGO, MATLAB, MAPLE e outros aplicativos para diversos usos como: processadores de texto, planilhas eletrônicas, bancos de dados e aplicativos gráficos. Entretanto, todos estes SOFTWARES são acompanhados de orientação para atividades direcionadas com o objetivo de se atingir eficiência e eficácia da aprendizagem. O manuseio do aplicativo não é livre e autônomo, mas é acompanhado por um roteiro de ações objetivando o que e como manipular para que o estudante possa atingir sua aprendizagem.

No Brasil, têm surgido grupos de estudo e pesquisa em informática educativa, destacando-se:

GPIMEM¹ – grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática, do Departamento de Matemática da UNESP – Rio Claro coordenado pelo Prof. Dr. Marcelo de Carvalho Borba.

¹ www.rc.unesp.br/igce/pgem/gpimem.html

NIED² – Núcleo de Informática Aplicada à Educação, vinculado à UNICAMP e coordenado pela Prof^a. Dra. Heloísa Vieira da Rocha e Prof. Dr. José Armando Valente.

LEM³ – Laboratório de Ensino de Matemática, vinculado ao Instituto de Matemática, Estatística e Computação Científica (IMECC) da UNICAMP, coordenado pela Prof^a. Dra. Zoraide M. Costa Soares.

LEMU⁴ – Laboratório de Pesquisa em Educação Matemática na Universidade, também vinculado ao IMECC-UNICAMP, coordenado pela Prof^a. Dra. Sueli Rodrigues Costa.

LITE⁵ – Laboratório Interdisciplinar de Tecnologias Educacionais, vinculado à Faculdade de Educação da UNICAMP, coordenado pela Prof^a. Dra. Ivany Rodrigues Pinto.

PGIE⁶ – Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, da UFRGS, coordenado pela Prof^a. Dra. Rosa Maria Viccari.

IMAI⁷ – Educação Matemática em Ambientes Informatizados, grupo de pesquisa do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da PUC-SP, coordenado pela Prof^a. Dra. Ana Paula Jahn.

LEM⁸ – Laboratório de Ensino de Matemática, vinculado ao Instituto de Matemática e Estatística da USP, coordenado pelo Prof. Dr. Leônidas O. Brandão.

² www.nied.unicamp.br

³ www.ime.unicamp.br/ex.html

⁴ www.meu.ime.unicamp.br

⁵ www.ime.unicamp.br/~calculo

⁶ www.meu.ime.unicamp.br/proin-br.html

⁷ www.lite.fae.unicamp.br

⁸ www.pgje.ufrgs.br

BRANDÃO (2003:17) assinala que

“sses grupos de estudos destacam a relação entre as Novas Tecnologias e a Educação Matemática e procuram mostrar que a utilização adequada de ambientes informatizados na aprendizagem de conteúdos matemáticos proporciona ocasião para se explorar a descoberta dos conceitos e propriedades dos conteúdos matemáticos, em que os alunos aprendam a Matemática através do que é considerado na literatura como o “fazer matemática: experimentar, interpretar, visualizar múltiplas facetas, induzir, conjecturar, abstrair, generalizar e, enfim, demonstrar” (GRAVINA e SANTAROSA, 1998, p. 1). A utilização de ferramentas computacionais desenvolvidas com finalidade didático-pedagógica pode conduzir a uma apropriação pelos alunos de idéias matemáticas significativas.”

Ainda segundo BRANDÃO(2003:18)

“PAPERT (1988) assinala que a aprendizagem em ambientes informatizados configura-se como a possibilidade de mudar os limites entre o concreto e o formal. HEBENSTREINT (apud GRAVINA e SANTAROSA, 1998, p. 9), argumenta que ‘o computador permite criar um novo tipo de objeto – os objetos ‘concreto-abstratos’. Concretos porque existem na tela do computador e podem ser manipulados; abstratos por se tratarem de realizações feitas a partir de construções mentais.’”

3. As atividades de informatização das disciplinas de Matemática dos cursos de graduação da PUC Minas.

O departamento de Matemática e Estatística da PUC Minas tem como proposta de trabalho uma discussão constante de inovações metodológicas para o processo ensino/aprendizagem. Assim, uma das atividades trabalhadas é a do campo da informática educativa, quanto ao uso do SOFTWARE EDUCATIVO, via computacional.

Pela característica da disciplina, o Cálculo Numérico foi, inicialmente, contemplado com o estudo e a consequente aplicação da informatização de parte de suas aulas, com o auxílio do SOFTWARE MATEMÁTICA, logo após foi utilizado o MAPLE, e agora o MATLAB complementado com um aplicativo desenvolvido pela equipe de professores, denominado VCN, o qual tem permitido ótimos resultados nas aulas.

Já a Estatística, também de natureza numérica tem sido trabalhada com o suporte computacional. Alguns cursos ampliaram a carga horária da disciplina para introduzir aulas práticas no laboratório, oportunizando aos alunos condição de utilizar o recurso computacional, como o SOFTWARE MINITAB.

A partir de 2000, o departamento de Matemática e Estatística se propôs novo desafio na informatização do Cálculo Diferencial e Integral e da Geometria Analítica, disciplinas, tradicionalmente, ministradas em aula tradicionais expositivas acompanhadas de trabalho em grupo em sala de aula. A característica do conteúdo de Cálculo e Geometria de cunho teórico, sempre foi tratado na sua constituição formalizada de estruturação teórica e abstrata. Mudar a metodologia das aulas saindo da sala de aula para o laboratório computacional contrariou toda uma tradição dos professores destas disciplinas, os quais foram formados no seu curso de graduação sem o computador, como recurso metodológico. Mas, atualmente, após várias reformulações das atividades e adaptações do SOFTWARE, utilizado os professores já estão avaliando como positivas as aulas no LABCAL.

Inicialmente, foi utilizado o MAPLE, agora é o MATLAB. Mas, há um projeto, dos professores, que são responsáveis pela preparação do material didático, bem como da adaptação do SOFTWARE ao conteúdo trabalhado, para construir um programa computacional, com a finalidade de diminuir a dificuldade que o estudante apresenta com a linguagem e o manuseio do SOFTWARE, com a finalidade de preocupar-se com a aprendizagem do conteúdo da matemática.

4. Considerações críticas da nova prática educativa da informatização de Matemática

Toda mudança traz a necessidade de reavaliações com a implantação de novas ações com facilidades e dificuldades inerentes ao próprio processo de mutação. Ao se introduzir alterações na prática educativa com a informatização, via computacional, nas aulas de Cálculo Diferencial e Integral e Geometria Analítica, algumas **facilidades** serão encontradas tais como:

- interação:
 - aluno/professor;
 - aluno/aluno;
 - aluno/conhecimento;
 - professor/conhecimento;
 - aluno/tecnologia;
 - professor/tecnologia.
- diálogo:
 - aluno/aluno;
 - aluno/professor.
- movimentação, dinâmica
- visual (cores)
- recursividade
- variedade de atividades
- abordagens múltiplas

- ação e operação, eliminação da passividade de sala de aula.

O **conteúdo** por excelência para ser tratado, via SOFTWARE, além do cálculo numérico de grandes quantidades e de valores originados de fórmulas complexas se refere a parte da matemática com apelo a um desenvolvimento visual:

- representação geométrica e gráfica de:
 - figuras planas
 - figuras espaciais
 - vetores

Destacam-se, particularmente os conteúdos de:

- representação do gráfico de função e família de curvas com todas interpretações do comportamento das funções: crescimento, decrescimento, pontos críticos, domínio e contra-domínio (imagem), tipos de função entre outras propriedades;
- limites de função;
- interpretação geométrica das derivadas e das integrais definidas;
- representação gráfica de lugares geométricos.

Quanto ao desenvolvimento do processo do ensinar e aprender, a **aprendizagem** pode ser melhor realizada por:

- descoberta;
- simulação;
- tentativas e erro;
- visualização;
- ação e realização de atividade;
- motivação;
- construção;
- interação dos vários compartimentos da matemática tais como álgebra e geometria.

As três principais **dificuldades** encontradas na utilização do SOFTWARE, via computador são:

- linguagem computacional no uso do SOFTWARE;
- manuseio do computador;
- preparação das atividades a desenvolver.

5. Conclusão

A introdução do uso do Computador nas disciplinas de características mais numéricas, como a Estatística e o Cálculo Numérico, acontece com muita aceitação pelos professores e estudantes. Entretanto, em se tratando de disciplinas de cunho teórico como o Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Analítica e Álgebra Linear há mais resistência tanto de professores quanto de estudantes. (LAUDARES e LACHINI, 2001). Uma primeira resistência é da credibilidade da aprendizagem das disciplinas teóricas com uso do computador.

Se não houver a elaboração de uma boa orientação com criteriosa preparação de material contendo atividades programadas, através de roteiros, a partir de etapas instrutivas e seqüenciadas, a ação do estudante pode se reduzir a simples manuseio do computador, que os docentes chamam de “*apertar botão*”. Portanto, a mudança na metodologia não se faz apenas levando o aluno para o laboratório, requer um estudo detalhado de como o uso do SOFTWARE pode contribuir para a aprendizagem, com a preparação de um material à orientação do aluno no laboratório.

Uma segunda resistência se deve a formação e qualificação do professor por seu curso de graduação ou pela sua atuação profissional. Assim, pode-se analisar esta questão classificando os professores pelas seguintes gerações: a geração de professores formados até 1970, apresentam grande dificuldade para a informatização das disciplinas teóricas e não acreditam na sua eficácia; a geração formada de 1970 a 2000 apesar de não aceitarem naturalmente a informatização das disciplinas teóricas se disponibilizam para estudar o processo e utilizá-lo; já os professores com formação a partir de 2000 acreditam na nova metodologia e a praticam com credibilidade.

Estas são reflexões retiradas do trabalho de informatização do departamento de Matemática e Estatística da PUC Minas, que acredita na eficiência e nos resultados das novas tecnologias na educação, com a constante requalificação dos docentes e um trabalho contínuo de crítica sobre o processo utilizado.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. LAUDARES, João Bosco e LACHINI, Jonas (orgs.) *A prática educativa sob o olhar de professores de Cálculo*. Belo Horizonte: FUMEC, 2001.
2. BRANDÃO, Luis Carlos Figueiredo. *Estudo de funções em ambientes informatizados através da epistemologia das representações múltiplas*. Monografia do curso de especialização da UFOP/MG 2003
3. GRAVINA, M.A.; SANTAROSA, L.M.. *A Aprendizagem da Matemática em Ambientes Informatizados*. Brasília: Anais IV Congresso RIBIE, 1998. Disponível em <<http://www.mat.ufrgs.br/~edumatec/artigos/al.zip>>. Acesso em 14/04/2002.
4. GRAVINA, M.A. O quanto precisamos de tabelas na construção de gráficos de funções? In: *Revista do Professor de Matemática*. 17, pp. 27-34. Rio de Janeiro: SBM, 1998.
5. PAPERT, S. *Logo: computadores e educação*. Rio de Janeiro: Brasiliense, 1988.

MOTIVAÇÃO PARA OS ESTUDOS DE CÁLCULO

Maria Clara Rezende Frota¹

O presente trabalho focaliza as motivações e expectativas de estudantes de engenharia para desenvolver estudos de Cálculo. Uma parcela significativa de uma população de 529 alunos investigados considera que se sente motivada para estudar engenharia, em particular matemática. Estudos mais aprofundados, conduzidos com um grupo de 19 estudantes confirmam a importância da motivação para a aprendizagem. Um dos desafios atuais do professor é propor atividades que despertem o interesse e desenvolvam uma atitude pró-ativa para a aprendizagem matemática.

Palavras-chave: motivação para matemática; ensino de Cálculo; educação matemática superior.

Introdução

Parece haver consenso que um dos problemas atuais do ensino, em particular do ensino de matemática, esteja relacionado ao que se tem chamado de “falta de motivação dos alunos para a aprendizagem”.

Motivação deriva de motivo, que vem do latim “*movere*”, significando, assim, aquilo que move, que leva o sujeito a tomar determinadas decisões, ou agir de determinada maneira. Desta forma os alunos não estariam tendo motivos para estudar e aprender.

Tal fato levou-me a levantar a hipótese de que as estratégias de aprendizagem matemática, objeto central de uma pesquisa desenvolvida, seriam influenciadas pelas motivações e expectativas dos alunos (Frota, 2002).

¹ PUC Minas; mclarafrota@uol.com.br

Estarei inicialmente situando o trabalho no campo da pesquisa em educação e da educação matemática. A seguir serão apresentados a metodologia e os principais resultados do estudo, que possibilitou categorizar as motivações de alunos para o curso de engenharia e suas expectativas para os estudos de Cálculo. Uma investigação qualitativa junto a 19 estudantes forneceu elementos para um estudo aprofundado da questão e uma investigação quantitativa com 529 alunos viabilizou a generalização de resultados.

O fator motivação parece ser preponderante na definição das estratégias de aprendizagem adotadas, principalmente quando tal fator se caracteriza como de ordem intrínseca.

Motivação e aprendizagem

Constata-se, atualmente, um aumento do número de pesquisas sobre a influência dos fatores emocionais na aprendizagem. Entre os tipos de estratégias de aprendizagem, estabelecidos por vários pesquisadores temos a categoria *estratégias afetivas e de motivação* (Fierro, 1996; Weinstein e Mayer, 1986).

Até mesmo os referenciais das teorias da psicologia cognitiva parecem demandar um novo enfoque:

“Os psicólogos cognitivistas focalizaram muito (a atenção) no entendimento das representações e dos processos mentais internos. O que é necessário agora é entender melhor como as representações e processos se relacionam com as limitações biológicas internas, tanto quanto com os fatores externos, contextuais, que influenciam o desempenho cognitivo e a aprendizagem. O que se necessita, também, é uma psicologia cognitiva que dê maior atenção aos fatores afetivos e motivacionais”. (VOSNIADOU, 1996, p. 106).

Para Wittrock (1986), a pesquisa em motivação aborda temas como reforço, motivação extrínseca e intrínseca, “locus” de controle, atribuição, entre muitos. De todos esses fatores, a atribuição, ou seja, o tipo de causa que atribuem ao seu sucesso ou fracasso, parece ser o que mais afeta o interesse e a persistência dos

alunos, na aprendizagem. Parece que os estudantes se sentem altamente motivados a continuarem a estudar, quando atribuem as causas de seu sucesso ou fracasso ao seu esforço ou à falta dele, e não a outras forças como habilidade ou sorte, cujo controle independe de sua vontade. Wittrock sugere que, a pesquisa em motivação estenda os estudos sobre atribuição, considerando o papel das estratégias cognitivas na aprendizagem.

Para Weinstein e Meyer, a aprendizagem efetiva depende da associação entre habilidades e desejos e os autores evidenciam tal fato:

“estratégias de aprendizagem podem incluir pensamentos, emoções e comportamentos que facilitam a aquisição de conhecimento e habilidades, ou a reorganização das bases do conhecimento de uma pessoa”. (WEINSTEIN E MEYER, 1995, p. 472).

Os estudos sobre crenças e motivações têm merecido a atenção de vários especialistas. Pintrich (1999) centraliza seu trabalho empírico em três tipos de crenças motivacionais: crenças na auto-eficácia, crenças no valor das tarefas, e metas diretrizes, com o objetivo de descrever como esses tipos diferentes de motivação podem promover diferentes aspectos da aprendizagem auto-regulada.

McMillan, Simonetta e Sing (1994) desenvolveram instrumentos para medir a auto-eficácia e atitudes para aprender ciências, matemática, leitura, bem como assuntos gerais. Segundo os autores, auto-eficácia e predisposição para aprender são componentes críticos nos estudos sobre motivação acadêmica, aqui explicada a partir das expectativas e dos valores que um indivíduo possui sobre uma meta a ser atingida.

Um número significativo de trabalhos (Pintrich e De Groot, 1990; Schunck, 1990) aplica a teoria da motivação, conhecida como “*expectativa x valor*” ou modalidades dela. A teoria é aplicada à pesquisa em motivação acadêmica, buscando analisar o efeito das percepções de uma pessoa sobre sua auto-eficácia, como fator majoritário da componente *expectativa* de desempenho, e da importância atribuída à tarefa, como o *valor* da meta.

Breen e Lindsay (1999) apontam que a motivação entre alunos de graduação deve ser pensada, não apenas a partir dos valores ou metas gerais atribuídos à educação universitária, bem como às expectativas de alcançá-los, mas em termos dos valores e expectativas que cada estudante atribui a esse estudo. Os autores estudaram as correlações entre os tipos de motivação dos estudantes e as atitudes dos mesmos no que diz respeito à pesquisa na universidade. Os resultados de sua pesquisa apontam para o fato de que fatores de motivação intrínseca e de autoconfiança parecem influenciar na importância que os alunos atribuem às atividades de pesquisa de seus professores. O papel da educação superior na motivação do estudante consistiria, assim, em incentivar o interesse do estudante numa disciplina ou área. Parece que a interação entre alunos e corpo docente deriva de crenças e valores ligados a uma disciplina e que essa interação pode facilitar o desenvolvimento da autoconfiança e da motivação intrínseca.

Para Järvelä e Nimirvirta (1999) uma das pré-condições de aprendizagem mais significantes é o desenvolvimento e a manutenção da motivação para a aprendizagem, o que é feito através da interação entre as bases de motivação dos alunos e a ambiência de aprendizagem.

Vollmeyer e Rheinberg (2000) adotam um modelo do processo cognitivo-motivacional, que parte da premissa que fatores relativos à motivação afetam a aprendizagem no que diz respeito a três aspectos: persistência e frequência das atividades de aprendizagem; modo de desempenho em atividades de aprendizagem; estados funcionais e de motivação durante a aprendizagem. Esse modelo é desenhado fundamentando-se na literatura que aponta como fatores que influenciam os alunos em situação de aprendizagem: controle da confiança de sucesso, medo da incompetência, desafio da tarefa, interesse em relação à tarefa.

O valor que os estudantes atribuem ao estudo, o direcionamento que imprimem ao estudo, decorrente da percepção que possuem de suas competências e das diretrizes das tarefas, o comprometimento e desempenho em situações acadêmicas diversas aparecem como fatores propulsores do processo de aprendizagem (Volet, 1997).

McLeod (1991, 1992) faz uma revisão do desenvolvimento da psicologia cognitiva no que diz respeito ao crescimento do papel atribuído aos fatores afetivos, como decisivos na educação. O autor aborda a questão no contexto da educação matemática. Como as crenças sustentam uma parte significativa das respostas emocionais do desenvolvimento matemático, o autor salienta a necessidade de se estabelecer conexões fortes entre as pesquisas em crenças e em emoções, no contexto da sala de aula. Para ele a falta de atenção à emoção é devida, provavelmente ao fato de que o interesse de muitos pesquisadores concentrou-se mais no produto, do que no processo educacional.

Todos esses estudos, de uma maneira ou de outra, conduzem a uma indagação acerca dos elementos propulsores da motivação para a aprendizagem. Que papel estaria desempenhando o professor de matemática no desenvolvimento e manutenção da motivação para a aprendizagem junto aos alunos?

Dubinsky (1991) considera que a motivação do aluno para construir estruturas cognitivas depende da abordagem do professor na sala de aula: metodologias tradicionais conduzem à imitação e memorização e não à construção de estruturas cognitivas. A motivação para o desenvolvimento do pensamento matemático depende de um processo inicial de entendimento de conceitos e de construções gradativas e conscientes por parte do aluno. Para o autor, as práticas de ensino tradicionais mostram-se ineficazes como elementos que induzam ao desenvolvimento de estruturas cognitivas matemáticas. Por isso, desenvolveu esforços no sentido de utilizar o computador para viabilizar a aprendizagem dos estudantes dos processos indutivos da matemática, o cálculo de predicativos, entre outros tópicos de matemática, como uma alternativa à abordagem tradicional de ensino.

Yusof e Tall (1999) estudaram os efeitos de um curso de resolução de problemas desenvolvido de modo co-participativo, nas atitudes de estudantes universitários com relação à Matemática. Após um curso de resolução de problemas as atitudes dos alunos mudam positivamente de uma visão da matemática como um corpo de procedimentos para ser memorizado, para uma

visão de matemática como processo de pensar. Essa mudança, todavia, não se mantém após um certo tempo que o aluno retoma um ensino regular da matemática (aqui, no sentido padrão, que se pode inferir, talvez um pouco tradicional). Curiosos são os resultados sobre as expectativas dos professores com relação às atitudes dos alunos, contrastadas com as atitudes que desejariam por parte dos alunos. Os professores preferem estudantes que desejem trabalhar árduo no sentido de fazer uma matemática com significado, sem memorização apenas, com prazer e confiança, sem ansiedade e medo. Por outro lado, esperam que os alunos percebam a matemática como um corpo abstrato de conhecimentos, de difícil compreensão no início e demandando deles um trabalho pesado, para vencer o medo e a ansiedade, memorizando para isso fatos e aprendendo procedimentos na busca, tão somente de respostas corretas.

A motivação do aluno decorre de fatores que não se restringem a questões de ordem pessoal, familiar ou social. A motivação intrínseca e a meta de aprender parecem decorrer da forma de organização da escola e da sala de aula.(Guimarães, 2001). Considero que a aula de matemática pode ser pensada como um espaço de trabalho, organizado local e temporalmente. A resultante, o trabalho realizado, depende dos acordos que priorizam a ação docente ou discente e que configuram esse espaço como centralizado no professor ou no aluno.

A motivação do aluno é, dessa forma, função de múltiplos fatores e, por sua vez, fator preponderante para a aprendizagem. Justifica-se, assim, uma indagação acerca dos motivos, daquilo que move o aluno para aprender matemática, bem como das expectativas dos alunos diante da matemática.

A pesquisa

Para responder às indagações postas estarei utilizando resultados de uma pesquisa que utilizou as metodologias qualitativa e quantitativa, no sentido de investigar as estratégias de aprendizagem matemática de alunos de engenharia, mapeando também as motivações e expectativas desses estudantes (Frota, 2002).

Entrevistas conduzidas com um grupo de 19 alunos possibilitaram indagar especificamente sobre os motivos que os levaram a escolher o curso de engenharia, bem como sobre a sua relação com a matemática e suas expectativas com relação ao curso de Cálculo que iniciavam.

Uma análise depurada dos dados permitiu classificar as motivações em *intrínsecas*, ditadas, sobretudo por fatores endógenos, ou *extrínsecas*, ditadas principalmente por fatores exógenos, classificação esta inspirada no trabalho de Breen e Lindsay (1999).

Uma análise detalhada das entrevistas permitiu sistematizar expressões dos estudantes, agrupadas em sinalizadores do tipo de motivação encontrada.

Foram considerados sinalizadores de motivações predominantemente *intrínsecas* falas dos alunos onde eles mencionavam explicitamente: o gosto por matérias da área de exatas; vontade de fazer engenharia como primeira opção (escolha consciente); vontade de fazer a princípio outro curso, mas opção consciente após o início do curso de engenharia; gosto pela matemática; facilidade reconhecida pelo próprio aluno para estudos de matemática; interesse no desenvolvimento da engenharia; interesse no desenvolvimento de pesquisas em engenharia; vontade de dar continuidade aos estudos na área iniciados no curso técnico.

Álvaro, um dos alunos entrevistados, permitiu que se evidenciasse a ênfase intrínseca de suas motivações, quando colocou:

“Sempre tive mais facilidade na área de Matemática, Física... nunca me dei muito bem com Português, com área de humanas. Na escola as minhas melhores notas eram de Matemática, tinha mais facilidade pra aprender. Não que eu prestasse muita atenção na aula, mas eu lia o livro e conseguia, tinha muita facilidade porque eu gostava, eu lia o livro e conseguia aprender. Com isso já comecei, fui gostando, saía bem nas provas, ia incentivando, eu gostava cada vez mais de Matemática. Aí acabei escolhendo Engenharia. Primeiro eu pensava em Computação, depois eu vi Engenharia Mecatrônica, robotização eu queria uma coisa

diferente. E justamente Cálculo e Física é o que eu gostava e queria uma coisa nessa área pra eu fazer.”

Aluísio também demonstrou uma opção consciente pelo curso e um gosto pela Matemática:

“Desde pequeno eu sempre adorei Matemática... (eu dizia sempre)... eu quero fazer alguma coisa que tenha Matemática no meio. No segundo grau apareceu Física e Química, que eu admirei bastante também e aí eu decidi: Vou fazer um curso de Exatas, porque eu gosto muito dessa área. Eu pensei, qual curso? Eu li bastante sobre cada curso e decidi por fazer o curso de Engenharia de Controle e Automação porque eu pensei mais no futuro, em termos de uma profissão... que terá um mercado de trabalho, eu pensei bastante por esse lado também”.

Expressões dos alunos que declaravam uma forte influência familiar na escolha do curso, ou simplesmente a necessidade de escolher e fazer um curso superior, bem como uma preferência pouco explicitada pela matemática ou pela própria engenharia, foram categorizadas como sinalizadoras de motivações predominantemente *extrínsecas*.

Camilo, por exemplo, relatou a sua escolha pelo curso:

“Bom, a minha família é toda de engenheiros desde o meu bisavô e eu pretendo fazer parte da quarta geração. Antes mesmo de entrar na faculdade, eu já mexia com Engenharia e trabalhava com o meu pai, ou seja, fui gostando, fui pegando o jeito e resolvi entrar no curso de Engenharia Civil”.

Embora os motivos da escolha possam ser considerados *intrínsecos*, Camilo evidenciou ao longo das entrevistas uma grande dificuldade em lidar com a matemática e com o Cálculo, transparecendo que o gosto alegado, poderia ser ditado mais fortemente pelo fato de seguir uma tradição profissional familiar e não tão fortemente por uma escolha independente.

A possibilidade de emprego futuro é um indicador que foi considerado misto. Por um lado, a necessidade de sobrevivência e a busca pela realização profissional são intrínsecas à pessoa; por outro lado, quando há, por exemplo, uma tradição familiar de gerações de engenheiros e quase que uma garantia de emprego, (administração de uma firma familiar, por exemplo), a possibilidade de emprego futura pode ser caracterizada como um fator externo de motivação, contrariando até mesmo uma escolha profissional independente.

Ao longo do processo de entrevistas os alunos demonstraram níveis de expectativas diferenciados com relação ao curso, em especial ao curso de Cálculo. Para alguns as expectativas pareciam decorrer de uma valoração exógena do papel da matemática no curso: ser uma matéria que integra o currículo do curso e ser importante para os estudos de engenharia. Mas, tal colocação não parecia necessariamente ser algo incorporado; simplesmente uma repetição de colocações dos professores, ou de outros colegas. Para outros as expectativas pareciam decorrer de uma valoração endógena do papel da matemática no curso: gostar de matemática, ser uma matéria imprescindível ao desenvolvimento do raciocínio, ao desenvolvimento de pesquisas em engenharia, ou para estudos futuros.

Para grande parte dos entrevistados as expectativas em relação ao curso de Cálculo foram colocadas com frases do tipo “espero que o curso seja mais aplicado”, ou “quero fazer pesquisa e para isso a matemática é importante, mas ainda não sei se vou saber usá-la”, evidenciando, talvez, uma visão mais imediatista da matemática e sua aplicabilidade na engenharia.

O estudo de caso conduzido com os 19 alunos foi bastante significativo, subsidiando um trabalho quantitativo conduzido junto a 529 estudantes, cursando a disciplina Cálculo II ou Cálculo III. Foram propositadamente excluídos do estudo os alunos novatos, justamente por se considerar que não teriam ainda a oportunidade de expressar seus sentimentos individuais com relação ao curso de Cálculo, o que poderia imprimir à pesquisa um viés, ditado pela manifestação de idéias de colegas veteranos, como, por exemplo, a de que “Cálculo é o bicho”, ou “o negócio é ir levando o Cálculo desde o começo”.

Elaborou-se um questionário no qual as questões: “escolhi cursar Engenharia porque” – “o que me leva a estudar matemática é o fato de”- “com relação ao curso de Cálculo eu espero”- indagavam sobre as motivações e expectativas. Percebeu-se que, indagar sobre motivação para os estudos implicava em considerar pelo menos três tipos de motivações/expectativas: relacionadas com o curso, nesse curso com a matemática e em particular com o Cálculo.

Estudos estatísticos de análise fatorial e análise de agrupamentos de variáveis (análise de clusters) permitiram detectar dois fatores “motivação para a engenharia” e “motivação para a matemática”, bem como dois grupos de expectativas com relação aos estudos de Cálculo. Os indicadores obtidos apresentaram coeficientes de Cronbach considerados razoáveis para o estudo e o tipo de construtos investigados (o menor dos coeficientes foi o do indicador “motivação para a engenharia”, com $\alpha=0,55$, sendo os outros coeficientes iguais ou superiores a 0,70). Os indicadores explicam de 36% a 48% da variância.

Um alto escore no indicador “motivação para a engenharia” significa que o aluno demonstra um certo encantamento pela engenharia, pelo desenvolvimento tecnológico, pela pesquisa, ao mesmo tempo, que vislumbra possibilidades de emprego na área.

Um alto escore no indicador “motivação para a matemática” revela um gosto pelo estudo, em particular da matemática, bem como expectativas de que o Cálculo possa dar segurança teórica, ampliando os conhecimentos matemáticos, uma vez que um dos papéis da matemática é o de desenvolver o raciocínio.

Entretanto, o papel da matemática e do Cálculo pode ser considerado com vistas a aplicações, numa visão talvez mais imediatista dos estudos, ou mesmo apenas como, de certa forma, um ritual, por ser uma matéria obrigatória no curso e altos escores nos indicadores “expectativa de aplicabilidade” e “expectativa de obrigatoriedade”, espelhariam uma ou outra dessas visões do aluno.

Os 19 alunos entrevistados demonstraram motivação para os estudos de engenharia e, em particular, de matemática, à exceção de dois, cuja opção pelo curso me pareceu ditada, mais fortemente, por influências familiares.

O estudo quantitativo permitiu verificar que é a alta a proporção de alunos da população que apresenta um certo fascínio pela engenharia e pela possibilidade de desenvolver pesquisas na área, bem como gosta de matemática e gosta de estudar. A partir da amostra de 529 casos estimou-se que de 43,8% e 52,3% da população total de 885 alunos da instituição, que à época cursavam as disciplinas de Cálculo II ou Cálculo III, são motivados para estudar engenharia, sendo similar a proporção da população motivada para os estudos de matemática, situada entre 41,9% e 50,4%.

As expectativas dos alunos em relação ao curso de Cálculo limitam-se ao fato de que a matéria é obrigatória, ou a matemática desempenha um papel importante na sua formação de engenheiro?

As expectativas com relação à disciplina de Cálculo, em curso, à época em que responderam o questionário, evidenciaram anseios pelo desenvolvimento de estudos menos teóricos, passando pela resolução de exercícios mais interessantes e aplicados, expectativas essas, correspondentes a uma faixa da população de 35% e 43,3%. Esse resultado generaliza a tendência evidenciada entre o pequeno grupo de 19 alunos entrevistados, de atribuir importância à matemática principalmente pelo seu papel de instrumento para os estudos de engenharia.

É relevante o fato que apenas uma proporção entre 9,7% e 15,3% dos alunos alegou expectativas que transpareciam uma visão do papel da matemática e do Cálculo que poderia ser interpretada como de obrigatoriedade: simplesmente uma disciplina obrigatória do curso, na qual esperava ser aprovado sem grandes esforços.

Conclusão

A pesquisa conduzida evidencia que, pelo menos, no nível das representações, os alunos se consideram motivados para os estudos de engenharia e de Cálculo, o que contrasta com o consenso apontado pelos professores, que a falta de motivação é um dos importantes problemas

educacionais, levianamente, às vezes, apontado como principal causa do baixo desempenho de estudantes de Cálculo.

Os resultados obtidos levantam novas questões, que têm orientado a pesquisa que tenho conduzido: até que ponto os alunos que a princípio se declaram motivados para os estudos de engenharia e de Cálculo conseguem direcionar e conduzir esforços na consecução da meta de aprendizagem?

Parece haver uma dicotomia entre o que chamo de *aprendizagem praticada* e *aprendizagem desejada*.

Constrangimentos circunstanciais de ordem intrínseca, ou extrínseca, impedem que a *aprendizagem desejada* seja aquela que realmente venha a se efetivar. Assim, a *aprendizagem praticada* é uma resultante de uma realidade, constrangida por fatores múltiplos de ordem pessoal, ou social.

Alguns constrangimentos se destacam de modo especial. Por um lado, a: escola contemporânea parece, por vezes, fortemente contaminada pelo pragmatismo, ou o imediatismo: aprender é responder às demandas do mercado. Por outro lado, há que se levar em conta a realidade do aluno trabalhador, a quem faltam condições de se formar em um curso superior, de acordo com as expectativas de poder aprender coisas novas, de poder se realizar na profissão, com vistas a uma possível ascensão social e estabilidade de emprego. Esse último fator, em países como o Brasil, pode estar sendo determinante na redução dos níveis de expectativa com relação aos cursos universitários, uma vez que o aluno pode não vislumbrar possibilidades de progresso de vida, passando a se questionar quanto à validade do investimento nos estudos e na aprendizagem.

No plano pessoal, os constrangimentos que levam o aluno a abandonar o nível do desejo, conformando-se com o possível e o exequível, podem ser variados, sendo explicados, algumas vezes por questões afetivas, de relacionamento com o professor, com os colegas, com a escola, o curso, ou a matéria.

A *aprendizagem desejada* é a expressão de um ideal ético e, como todo ideal ético, deve impulsionar a energia do sujeito em direção a algo passível de ser realizado, em algum grau, ainda que a custo de esforço (Gouliane, 1969).

Segundo o autor, os valores e virtudes éticos são simultaneamente dados e acessíveis à natureza humana, entendendo, o filósofo, valores dados, não como inatos, mas como virtualmente suscetíveis de serem realizados, à custa de um esforço.

O resultado da mobilização das energias do aluno, que intenta aprender é constrangida e limitada por circunstâncias, por exemplo, escolares, assim como, pela sua história anterior de aprendizagem, o que leva a uma *aprendizagem praticada*, que pode ser a expressão do desejo de aprender que dispara a ação, mas, apenas como uma imagem elusiva, uma vaga imagem desse desejo.

Estabelece-se um hiato entre o que ocorre na prática e a *aprendizagem desejada*, ou seja, aquela aprendizagem num sentido de crescer e se desenvolver como ser humano, com vistas à satisfação pessoal. É como se a *aprendizagem desejada* passasse a estar situada no plano virtual das expectativas nunca alcançadas.

Entendo que é nesse ponto que se fundamenta a ação do professor, como aquele que orienta o aluno, para que catalise esforços na consecução da *aprendizagem desejada*. É esse propósito, o elo do trabalho docente e discente, que congrega professor e aluno com vistas à meta de aprender.

Para Wittrock (1986) as expectativas de desempenho e autoconceito dos estudantes evoluem de uma perspectiva autocentrada, evidenciada na escola elementar, para uma perspectiva mais realista, relacionada com a performance dos colegas e com matérias e tarefas específicas, entre alunos da escola média. Os alunos têm a percepção de como seu desempenho acadêmico é avaliado pelos professores e colegas e isso parece influenciar suas expectativas de desempenho futuro na escola. Os alunos percebem as discriminações dos professores e o tratamento diferenciado, dispensado, por exemplo, aos alunos de desempenho considerado insuficiente, em contraste com os de alto desempenho. Os alunos são sensíveis à influência dos professores e inferem os objetivos da tarefa, a partir das orientações dos mestres.

O professor é elemento chave no desenvolvimento de atitudes positivas em relação aos estudos de matemática, propondo atividades diferenciadas, com

vistas a desenvolver e manter níveis razoáveis de motivação, evitando aquele gosto amargo do aluno, de não ter logrado sucesso em se mover para transformar em *aprendizagem praticada*, a *aprendizagem desejada*.

Conhecer o aluno, viabilizando espaços para que expresse seus anseios e dúvidas, transformar a sala de aula em ambiente de trabalho e construção, tendo por veículo a matemática, pode ser um caminho, um motivo para direcionar os esforços de professor e aluno para a meta de aprender.

Referências Bibliográficas

- BREEN R., LINDSAY R. Academic research and student motivation. *Studies in Higher Education*, v.24, n.1, p.75-93, 1999.
- DUBINSKY, E. Reflective abstraction in advanced mathematical thinking. In: TALL, D. (Ed). *Advanced mathematical thinking*. Netherlands: Kluwer, 1991. p. 95-123.
- FIERRO, A. Personalidade e aprendizagem no contexto escolar. In: COLL, C.; PALACIOS, J.; MARCHESI A. (Org.). *Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia da educação*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 154-160.
- FROTA, M.C.R. *O pensar matemático no ensino superior: concepções e estratégias de aprendizagem dos alunos*. 2002. 287p. Tese (Doutorado em Educação) – UFMG, Belo Horizonte.
- GUIMARÃES, S. E. R. A organização da escola e da sala de aula como determinante da motivação intrínseca e da meta de aprender. In: BOROCHOVITH, E, BZUNECK J.A. (orgs.) *A Motivação do aluno*. Petrópolis: Vozes, 2001, p.78-95.
- GOULIANE C.I. *A problemática do homem: ensaio de uma antropologia filosófica*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1969. 295p.

- JÄRVELÄ, S.; NIEMIRVITA, M. The changes in learning theory and the topicality of the recent research on motivation. *Learning an instruction*, v. 9, n.1, p.57-65, 1999.
- MARTON, F., BOOTH S. *Learning and awareness*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1997. 224p.
- MCLEOD, D. H. Research on affect in mathematics education: a reconceptualization. In: GROUWS, D. A. (Ed). *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York: Macmillan , 1992. p. 575-596.
- MCLEOD, D.B. Research on learning and instruction in mathematics: the role of affect. In: FENNEMA, E.; CARPENTER, T. P.; LAMON, S. J. (Ed.) *Integrating research on teaching and learning mathematics*. New York: State University, 1991. p. 55-82.
- McMILLAN, J. H.; SIMONETTA, L.G.; SINGH, J. Student opinion survey: development of measures of student motivation. *Educational and Psychological Measurement*, v. 54, n.2, p. 496-505,1994.
- PINTRICH, P. R. The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning. *International Journal of Educational Research*, n. 31, p.459-470, 1999.
- PINTRICH, P. R.; DE GROOT, E.V. Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, v.82, p.36-40, 1990.
- SCHUNK, D. H. Introduction to the special section on motivation and efficacy. *Journal of Educational Psychology*, v.82, p.3-6, 1990.
- VOLET, S. E. Cognitive and affective variables in academic learning: the significance of direction and effort in students goals. *Learning and Instruction*, v.7, n.3, p. 235-254, 1997.
- VOLLMEYER, R.; RHEINBERG, F. Does motivation affect performance via persistence. *Learning an Instruction*, v.10, p.239-309, 2000.

- VOSNIADOU, S. Towards a revised cognitive psychology for new advances in learning and instruction. *Learning and Instruction*, v. 6, n.2, p. 95-109, 1996.
- WEINERT, F. E. Introduction an overview: metacognition and motivation as determinants of effective learning and understanding. In: WEINERT, F. E.; KLUWE R. H.(Ed.). *Metacognition, motivation and understanding*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1987. p.1-16.
- WENSTEIN, C. E.; MAYER, R. E. Learning strategies: teaching and assessing. In: ANDERSON, L.W. (Ed). *International encyclopedia of teaching and teachers education*. 2. ed. Oxford: Elsevier Science, 1995. p. 471-476.
- WENSTEIN,C. E.; MAYER, R. E. The teaching of learning strategies. In: WITTROCK, M. C. (Ed). ***Handbook of research on teaching***. 3. ed. New York: Macmillan, 1986. p.315-327.
- WITTROCK, M. C. Students' thought processes. In: _____.(Ed). ***Handbook of research on teaching***. New York: Macmillan, 1986. p. 297-314.
- YUSOF, Y. B. M.; TALL, D. Changing attitudes to university mathematics throught problem solving. ***Educational Studies in Mathematics***, v. 37, p. 67-82, 1999.

MATEMÁTICA ESCOLAR E MATEMÁTICA CIENTÍFICA: UMA PALAVRA EM COMUM E DIFERENÇAS SUBSTANTIVAS

Plínio Cavalcanti Moreira¹

O nosso objetivo neste texto é desenvolver uma discussão a respeito das distinções possíveis entre duas faces específicas do saber matemático – a que chamaremos de matemática científica, isto é, a matemática vista como uma construção teórico-científica e a que denominaremos matemática escolar, ou seja, a matemática vista como uma disciplina dentro do processo geral de escolarização básica. Essas denominações não pretendem induzir a idéia de que a matemática escolar não tenha também seus fundamentos teóricos e nem elementos de caráter científico. Servem apenas para referenciar os dois campos do saber — os quais, segundo nosso ponto de vista, não se identificam — relacionados com certos conjuntos de significados a que se costuma referir com o nome de matemática.

A aceitação ou a negação da percepção dessas duas matemáticas como faces distintas do conhecimento matemático é importante porque pode induzir, em cada caso, diferentes leituras do exercício profissional da docência na escola básica e influenciar na construção de projetos distintos para a formação do professor de matemática nos cursos de licenciatura (ver, por exemplo, Druck, 2003 e Lins, 2003).

A aceitação da idéia de distinção entre a matemática escolar e a matemática científica abre também a possibilidade de se compreender de uma forma nova a velha questão — tão antiga quanto os próprios cursos de licenciatura — da desarticulação (ou de uma articulação inadequada) entre a formação e a prática. E fornece também um referencial para se analisar o fracasso histórico das chamadas disciplinas integradoras na tarefa de promover uma “integração” entre a

¹ Departamento de Matemática UFMG e-mail: plinio@ufmg.br

formação específica (i.e. formação matemática), a formação pedagógica e a prática docente escolar (Moreira e David, 2003a).

Os tipos de objetos com os quais trabalha a matemática científica contemporânea, os níveis de abstração em que se colocam as questões em todos os ramos da matemática avançada atualmente e a busca permanente de maior generalidade nos resultados fazem com que a ênfase nas estruturas abstratas, no rigor lógico-dedutivo e na precisão de linguagem sejam, entre outros, valores essenciais associados à visão que o matemático profissional constrói do conhecimento matemático. Observe-se o comentário de Dieudonné (1990) que mostra a interligação de todos os elementos e valores referidos acima:

A importância dessa linguagem (**da teoria dos conjuntos, esclarecimento nosso**) é que ela permite aos matemáticos, a partir dos últimos anos do século XIX, falar de relações entre objetos cuja natureza é *completamente indeterminada*: são pura e simplesmente elementos de conjuntos considerados como objetos primitivos de uma teoria axiomática. Uma *estrutura* será determinada por um certo número de tais relações “primitivas”, submetidas a um sistema de axiomas; a teoria de uma tal estrutura será o desenvolvimento das propriedades que são apenas conseqüências dos seus axiomas, e não dependem da natureza dos objetos matemáticos que podem verificar esses axiomas. (Dieudonné, 1990, p.149-150. Aspas e itálicos no original)

Por sua vez, a prática do professor de matemática da escola básica desenvolve-se num contexto *educativo*, o que coloca a necessidade de uma visão fundamentalmente diferente. Nesse caso, a natureza dos objetos matemáticos estudados está profundamente associada — e, muitas vezes, é o que dá sentido — às definições, às justificativas e argumentações, aos métodos e aos resultados da matemática escolar. Um exemplo típico é o caso do conjunto dos números reais. Para a matemática científica os números reais são um corpo ordenado completo, isto é, uma estrutura abstrata, não importando a natureza dos

elementos que a compõem. Para a matemática escolar os números reais são, antes de tudo, números e a noção de número é uma idéia fundamental que se desenvolve na criança desde a fase pré-escolar e vai se ampliando gradativamente — com as re-estruturações cognitivas e as reformulações de contexto necessárias — para incluir os fracionários, os decimais, os negativos e os irracionais até chegar aos reais.

São vários os aspectos a partir dos quais poderiam ser elaboradas algumas características distintivas da matemática escolar em relação à matemática científica (Moreira e David, 2003b), mas discutiremos, neste texto, apenas um: o papel das definições e das demonstrações em cada um desses campos do saber matemático. Embora em ambos exista, certamente, a necessidade de bem caracterizar os respectivos objetos, de validar as afirmações a eles referidas e de explicar as razões pelas quais certos fatos são aceitos como verdadeiros e outros não, o papel que desempenham, de modo geral, as definições e as provas, em cada um dos contextos é, todavia, bastante diferente.

No caso da matemática científica, devido à sua estruturação axiomática, todas as provas se desenvolvem apoiadas nas definições e nos teoremas anteriormente estabelecidos (e também, evidentemente, nos postulados e conceitos primitivos). Isso exige, para as definições, uma formulação bastante precisa, pois, caso contrário, podem produzir-se contradições na teoria. Dieudonné (1990) cita e comenta alguns exemplos disso e reproduzimos aqui suas observações sobre o caso da característica de Euler-Poincaré dos poliedros:

Nos seus *Elementos*, Euclides apenas definiu os prismas, as pirâmides e os poliedros regulares. Em 1750, Euler fala de poliedros sem os definir, e afirma que, se s , a e f são os números de vértices, de arestas e de faces de um poliedro P , o número $\chi(P) = s - a + f$ é sempre igual a 2. A sua demonstração (noutros aspectos insuficiente) leva a crer que ele se limitou aos poliedros convexos. (...) No decurso do século XIX, não apenas o teorema de Euler para poliedros convexos foi corretamente demonstrado, como também uma dúzia de matemáticos se preocupou em calcular o

número $\chi(P)$ para *todos* os poliedros. A infelicidade é que, ao que eu saiba, *nenhum* deles foi capaz de dar uma definição *geral* daquilo que se deve entender por “poliedro”; ela só surge com Poincaré, em 1895. Antes, cada um dos matemáticos em questão pensava ter dado uma tal definição conforme com a sua “intuição” pessoal daquilo que deveria ser um “poliedro”; pouco tempo depois, um outro matemático exibia figuras que também eram “poliedros”, mas não satisfaziam as condições que o seu predecessor tinha fixado; e, naturalmente, os valores de $\chi(P)$ dependiam da “definição” escolhida, se bem que parecesse que nunca se poderia chegar a uma expressão geral de $\chi(P)$ que fosse “rigorosa”!

É fácil de concluir! Só pode haver demonstração “rigorosa” dentro de uma teoria axiomática, onde os objetos e relações “primitivas” foram especificados, e os axiomas que os ligam enumerados de modo exaustivo; (...) falta de rigor significa exatamente falta de precisão. (...) é claro que não está excluído que no futuro haja matemáticos que queiram desenvolver uma teoria sem lhe dar uma forma axiomática; até que eles próprios ou outros o consigam fazer, a teoria arriscar-se-á a ser considerada como “não rigorosa” pela comunidade matemática. (Dieudonné, 1990, p.248. Aspas e itálicos, no original)

Para a matemática científica, as definições formais e as demonstrações rigorosas são elementos importantes tanto durante o processo da própria conformação da teoria — nos momentos em que a comunidade avalia e eventualmente acata um resultado novo, garantindo-se, então, a sua incorporação ao conjunto daqueles já aceitos como válidos — quanto no processo de apresentação sistematizada da teoria já elaborada.

No caso da matemática escolar, dois elementos fundamentais estão permanentemente em cena, os quais modificam significativamente o papel das definições e das provas. O primeiro elemento se refere ao fato de que a “validade” dos fatos matemáticos a serem discutidos no processo de escolarização básica não está posta em dúvida, ao contrário, já está garantida, a priori, pela própria

matemática científica. Por exemplo, até que surgisse uma demonstração considerada correta do teorema de Euler (como relata Dieudonné, a demonstração dada pelo próprio Euler, tinha falhas) não se sabia se o número $\chi(P)$ era efetivamente igual a 2 para todo poliedro convexo ou não. Esse tipo de questão não está posta para a matemática escolar. O produto de dois números naturais é comutativo, não há nenhuma dúvida quanto a isso. A questão que se coloca não é a de demonstrar esse fato “rigorosamente” a partir de definições precisas e de resultados já estabelecidos, como no processo axiomático.

A questão fundamental para a matemática escolar — este é o segundo elemento, sempre presente nesse cenário específico — refere-se à aprendizagem e, portanto, ao desenvolvimento de uma prática pedagógica visando à *compreensão* desse fato, à construção de justificativas que permitam ao aluno utilizá-lo de maneira coerente e conveniente na sua vida escolar e extra-escolar. A diferença significativa é entre alinhar argumentos logicamente irrefutáveis que garantam a validade de um resultado a partir de postulados, definições e conceitos primitivos da teoria e, por outro lado, desenvolver uma convicção profunda a respeito da validade deste mesmo resultado. Morris Kline utiliza uma frase de Samuel Johnson em que este alude, de forma irônica, à diferença a que estamos nos referindo: *“Eu lhe forneci um argumento, mas não estou obrigado a lhe fornecer uma compreensão”* (Samuel Johnson, apud Kline, 1974, p.5)². Em outras situações poder-se-ia inverter a frase de Johnson e dizer: *“eu já tenho uma compreensão, não necessito de um argumento”*, como, talvez, fizesse um aluno da escola diante de uma demonstração matematicamente correta do fato de que não há número inteiro entre 0 e 1 (essa demonstração é feita em Birkoff e MacLane, 1980, p.11; White, 1973, p.24-25; Monteiro, 1969, p.75 e proposta como exercício em Lima, 1989, p.9). Neste caso, é claro que, para a matemática escolar, não faz nem sentido argumentar: qualquer tipo de argumentação teria que pressupor a aceitação, sem provas, de afirmações mais complexas e menos evidentes do que a própria tese a ser provada. No entanto, para a matemática

² Todas as citações marcadas com * são traduções nossas de trechos originalmente publicados em língua estrangeira.

científica, a demonstração faz sentido: entre outros objetivos possíveis, ela visaria exemplificar e explicitar, para o futuro matemático em processo de formação, essa espécie de “suspensão de certeza” a que devem ser submetidos todos os enunciados — até um como esse, impensável de se colocar em dúvida dentro da cultura escolar — para que se processe rigorosamente esse tipo de organização lógica da matemática científica, que é a axiomática.

As demonstrações, no caso da matemática escolar, estão parametrizadas por um conjunto de considerações de natureza pedagógica e educativa as quais permeiam, embora de forma não necessariamente homogênea, toda a prática escolar. Simon (1996), num artigo em que descreve e analisa um tipo de raciocínio que ele denomina “*transformational reasoning*”, oferece exemplos interessantes de demonstrações elaboradas por alunos da escola as quais, embora não possam ser consideradas rigorosas, no sentido da matemática científica, também não podem ser vistas, sob a ótica da matemática escolar, como incorretas ou incompletas. Vejamos alguns dos exemplos apresentados por Simon:

Exemplo 1

Mary é uma estudante do décimo ano (o que corresponderia, no Brasil, à segunda série do ensino médio, em termos de anos de escolaridade), numa aula de Geometria, nos Estados Unidos. Os alunos estavam explorando idéias a respeito de triângulos isósceles com um determinado software e ainda não tinham chegado ao teorema que afirma a igualdade dos ângulos “da base”, se o triângulo tem dois lados iguais. Trava-se, então, o seguinte diálogo entre a senhora Goodhue, a professora, e Mary:

Goodhue: Mary, você poderia construir um triângulo isósceles, especificando dois ângulos e o lado que liga os vértices desses ângulos?

Mary diz que sim e desenha os dois ângulos iguais. A professora lhe pede para explicar.

Mary: eu sei que se duas pessoas caminharem, a partir das extremidades do lado e em direções que fazem ângulos iguais com o lado, quando elas se encontrarem terão andado a mesma distância.

Simon (que assistia à aula): O que aconteceria se a pessoa da esquerda caminhasse fazendo um ângulo menor do que a da direita?

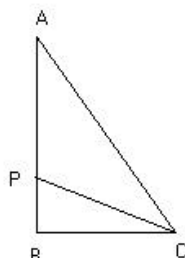
Mary; (sem nenhuma hesitação) Esta pessoa teria andado mais que a da direita, quando elas se encontrassem. (Simon, 1996, p. 199)*

Simon, em seguida, comenta a forma com que Mary lidou com a questão que lhe foi proposta pela professora:

Neste exemplo, a senhora Goodhue tinha antecipado que os alunos gerariam vários triângulos isósceles e notariam um padrão (raciocínio indutivo): que os ângulos da base seriam iguais. Isto levaria à conjectura de que tal padrão seria verdadeiro para todos os triângulos isósceles e criaria-se a necessidade de uma prova dedutiva. (...) Mary foi capaz de ver um triângulo isósceles, não como uma figura estática de dimensões particulares, mas, ao contrário, como resultado de um processo dinâmico que gera triângulos a partir das extremidades de um segmento de reta. O seu modelo mental dinâmico permitiu a ela perceber não só a relação entre os ângulos da base de um triângulo isósceles, mas também raciocinar a respeito da relação entre os tamanhos dos outros lados do triângulo se os ângulos da base são diferentes. Devido à natureza do seu raciocínio essas duas idéias foram conectadas: o triângulo isósceles era um caso particular de uma compreensão mais geral a respeito dos ângulos e lados correspondentes em um triângulo. (Simon, 1996, p.199. Grifo nosso)*.

Exemplo 2

Considere o seguinte problema: O triângulo ABC tem um ângulo reto no vértice B. P é um ponto sobre o lado AB, situado entre A e B. Que tipo de comparação



(maior ou menor) se pode estabelecer entre a soma dos segmentos $AP + PC$ e $AB + BC$? (Veja a figura abaixo)

Pode-se provar, dedutivamente, que $AP + PC$ é menor que $AB + BC$. (...) Mas considere a forma como Sam raciocinou:

“O ponto A é a minha casa e o ponto C é a minha escola. O interior do triângulo ABC é a mata. Normalmente eu caminho da minha casa (A) até a esquina (B), viro à esquerda e caminho até a escola (C). Algumas vezes, quando estou indo em direção a B, eu corto por dentro da mata (a partir de um ponto P). Eu sei que quando eu passo por dentro da mata a caminhada é menor. Eu sei também que, quanto antes (mais perto de A) eu entrar para a mata, menos eu tenho que andar.”

Observe-se, neste caso também, que a última frase de Sam lhe permite validar uma afirmação que é mais complexa e mais abrangente do que a que foi proposta no problema. (Simon, 1996, p.200-201)*

Esses exemplos reforçam o argumento a favor da idéia de que, na matemática escolar, a prova dedutiva rigorosa não é a única forma aceitável de demonstração. As justificativas menos formais, mais “livres”, que se desenvolvem tomando como postulados e elementos primitivos tácitos certos conhecimentos provenientes da vida cotidiana — já que não se coloca a necessidade de uma

seleção rigorosamente *econômica* desses elementos, como na axiomática científica — não apenas podem ser aceitas, mas levar, como vimos nesses dois exemplos, a uma compreensão mais aprofundada das relações matemáticas em discussão. Outro tipo de exemplo que pode ser citado é a utilização de dobraduras em papel para a verificação de certos fatos da geometria.

Esses tipos de justificativas, por suas características de proximidade maior com as elaborações dos próprios alunos, podem se constituir, muitas vezes, em argumentações mais convincentes (para eles) do que as demonstrações formais. De fato, vários estudos relatam que muitos alunos não se sentem efetivamente convencidos pelas provas dedutivas formais (Schoenfeld, 1989; Martin e Harel, 1989; Chazan, 1993; Vinner, 1993).

Por certo, argumentações de tipo menos formal não estão isentas de complicações e questionamentos, dentro do trabalho pedagógico na escola básica. Exemplos de dificuldades a serem contornadas seriam:

- a possibilidade de estímulo a um relaxamento exagerado de modo a se fazer despercebida a utilização de circularidade lógica (algumas vezes mais evidente, outras vezes sutil) nos raciocínios empregados nas justificativas;
- a possibilidade de promoção de uma compreensão equivocada do papel e da necessidade de validação dos resultados e das sentenças matemáticas no contexto da educação escolar básica (numa direção que, levada ao extremo, implicaria em “basta eu acreditar para poder ser considerado verdadeiro”);
- a possibilidade de reforçar certas concepções inadequadas³ (Graeber, 1993) já desenvolvidas pelos alunos as quais podem, eventualmente, funcionar como obstáculos ao desenvolvimento do processo de aprendizagem da matemática escolar.

Observemos, no entanto, que grandes dificuldades também são detectadas quando se restringe, no trabalho docente escolar, às provas dedutivas nos moldes prescritos pela matemática científica (Chazan, 1993; Martin e Harel, 1989; Hanna, 1989; Schoenfeld, 1989). Assim, a consideração das dificuldades que podem surgir ao se tratar com essas formas mais flexíveis de demonstração não

³Misconceptions

sugere, necessariamente, o abandono dessa postura em relação às argumentações e justificativas na matemática escolar. A sinalização é no sentido de que se desenvolva uma atitude permanentemente crítica, não apenas em relação às demonstrações formais, como também em relação às alternativas a elas.

Por outro lado, no que concerne às definições, Poincaré também se refere a uma diferença entre o rigor necessário e conveniente à matemática científica e aquilo que seria pedagogicamente adequado a um processo educativo. Ele diz: “*o que é uma boa definição? Para o filósofo ou o cientista é uma que se aplica a todos os objetos a serem definidos, e somente a eles. Mas em educação não é isso; é uma que pode ser entendida pelos alunos*”. (Poincaré, apud Tall, 1992, p.496).*

Além do fato de que os alunos devem entender a definição, há que se considerar também a necessidade e a conveniência, no contexto escolar, de se apresentar uma definição formal para os objetos matemáticos em estudo. Enquanto na matemática científica a caracterização através da definição formal é central para o desenvolvimento rigoroso da teoria, na matemática escolar, muitas vezes, não é adequado utilizar-se esse tipo de identificação do objeto. Além disso, a tendência predominante, hoje, na matemática científica é a de se caracterizar os objetos matemáticos abstraindo-se da sua natureza e enfatizando-se as estruturas. Por exemplo, variedade diferenciável de dimensão n é “qualquer coisa” localmente difeomorfa ao $\mathbb{R}^n$, o conjunto dos números reais, como vimos, é qualquer conjunto com a estrutura de corpo ordenado completo, número natural é um elemento de um conjunto de objetos que satisfaz aos axiomas de Peano etc. Esses valores, vigentes na matemática científica contemporânea, se desenvolvem a partir de necessidades específicas dela:

Pouco a pouco desenha-se uma idéia geral que será precisada no século XX, a de estrutura na base de uma teoria matemática; é a conseqüência da constatação de que aquilo que desempenha o papel primordial numa teoria são as *relações* entre os objetos matemáticos que aí figuram, antes da

natureza destes objetos, e que, em duas teorias diferentes, pode acontecer que haja relações que se expressem da *mesma* maneira nas duas teorias; o sistema destas relações e as suas “correspondências” é uma mesma estrutura “subjacente” às duas teorias.

Mostrar-se-á em exemplos acessíveis ao leitor como apareceram, ao longo de todo o século XIX, várias das grandes estruturas que estão na base das matemáticas do nosso tempo. É necessário sublinhar que, em quase todos os casos, este aparecimento respondeu a uma *necessidade* para atacar com sucesso problemas herdados das matemáticas *clássicas* e não uma fantasia de matemáticos criando novas noções abstratas sem nenhuma finalidade precisa. (Dieudonné, 1990, p.118. Itálicos e aspas como no original. Grifo nosso)

Inúmeros exemplos podem ser citados que mostram a inadequação de se transferir para a matemática escolar (didatizando-os ou não) esses valores da matemática científica: o conjunto dos números naturais, o conjunto dos números reais, a multiplicação e a adição de números naturais, a representação decimal dos números, a ordem no conjunto dos números reais, os poliedros em geral, área, volume, comprimento etc., não são objetos definidos formalmente no contexto da educação matemática escolar, seja porque fazê-lo não é considerado como pedagogicamente conveniente, seja porque não é vista como necessária essa maneira (formal) de caracterizar tais objetos.

Vemos, assim, que no caso das definições ocorre algo semelhante ao que já observamos a respeito das demonstrações: o forte condicionamento imposto à prática escolar pelas características próprias do processo de *ensino* e de *aprendizagem* tende a favorecer um modo mais flexível de caracterização dos objetos matemáticos, muitas vezes através de referências descritivas ou de imagens intuitivas, no lugar de definições formais. Mesmo porque, analogamente ao que acontece com as demonstrações, a definição formal parece não desempenhar, entre os estudantes, um papel significativo no processo de construção do conceito a que ela se refere. Muitas vezes, nem mesmo é evocada

de modo relevante, numa situação de resolução de problemas envolvendo o conceito. De fato, essas são algumas das conclusões de pesquisas empíricas que Shlomo Vinner relata em seu artigo *“O papel das definições no ensino e no aprendizado da matemática”* (Vinner, 1991). Ele abre esse artigo com a seguinte consideração: *“A definição cria um sério problema para o aprendizado da matemática. Ela representa, talvez mais do que qualquer outra coisa, o conflito entre a estrutura da matemática, como a concebem os matemáticos profissionais, e os processos cognitivos de aquisição dos conceitos”* (Vinner, 1991, p.65)*. Esse conflito pode ser sintetizado nos seguintes termos: para a matemática científica a definição expressa *o que o objeto é* (como objeto matemático) enquanto, do ponto de vista do processo cognitivo, o conhecimento do objeto pelo estudante se dá através da construção de um mosaico de representações pessoais desse objeto (não necessariamente completo ou livre de contradições), o qual pode ou não conter a definição formal como uma de suas peças.

Do mesmo modo que nas demonstrações, também aqui podem surgir problemas com essa flexibilização no processo de caracterização dos objetos matemáticos operada, em algumas circunstâncias, pela matemática escolar. Embora, segundo indicam certas pesquisas, o processo cognitivo de construção de um conceito matemático esteja muito mais fortemente associado à formação, ao longo da vivência escolar do aluno, de “imagens” relativas a esse conceito do que à apreensão da sua definição formal, essas imagens, por sua vez, podem ser, para um mesmo indivíduo e para um mesmo conceito, limitadas, incompletas e mesmo, em certos aspectos, contrárias à definição formal do objeto a que se referem (Tall e Vinner, 1981; Vinner, 1991).

Observa-se, além disso, que, em determinada situação, uma imagem apenas parcialmente adequada do conceito pode ser evocada e, mesmo assim, levar efetivamente a uma solução correta da questão ou do problema proposto. Esse fato costuma produzir um reforço da imagem particular referida e uma eventual resistência a percebê-la como limitada. Assim, o conjunto de imagens de um indivíduo a respeito de determinado conceito tende a ser “psicologicamente resistente”, o que significa que a simples apresentação de uma definição rigorosa,

mesmo em contradição com algumas das imagens, não é suficiente para provocar uma reorganização desse mosaico com a eliminação das imagens que contradizem a definição. Vinner detecta esse fato em suas pesquisas com alunos da escola e, referindo-se a uma delas (relatada em Dreyfus e Vinner, 1989), faz o seguinte comentário:

Alguns alunos, após estudarem o conceito moderno de função, dirão que uma função é uma correspondência entre dois conjuntos que associa a cada elemento do primeiro conjunto exatamente 1(um) elemento do segundo. Ao mesmo tempo, não admitirão que a correspondência que associa a cada número real não nulo o seu quadrado e ao zero o número – 1 é uma função. (Vinner, 1991, p.70-71)*

A análise dessas dificuldades nos processos de ensino e aprendizagem escolar, referidos à questão das definições e demonstrações, nos conduzem a outro elemento fundamental da distinção entre matemática científica e matemática escolar que é a forma com que cada um desses campos do conhecimento matemático trabalha com a noção de erro. Para a matemática científica o erro é um fenômeno lógico — uma contradição com algum fato já estabelecido como “verdadeiro” — enquanto que, para a matemática escolar, é interessante pensá-lo como um fenômeno psicológico, a manifestação de um obstáculo ao desenvolvimento do processo de aprendizagem (Brousseau, 1997).

Referências bibliográficas

- BIRKHOFF, G.; MACLANE, S. *Álgebra Moderna Básica*. Rio de Janeiro, Guanabara 2, 1980.
- BROUSSEAU, G. *The theory of didactical situations in mathematics*. Editado e traduzido para o inglês por Balacheff, N., Cooper, M., Sutherland, R., Warfield, V. Kluwer, GB, 1997.

- CHAZAN, D. High School geometry students' justification for their views of empirical evidence and mathematical proof. *Educational Studies in Mathematics*, n.24, p.359-387, 1993.
- DIEUDONNÉ, J. *A Formação da Matemática Contemporânea*. Lisboa, Dom Quixote, 1990.
- DREYFUS, T; Vinner, S. Images and definitions for the concept of function. *Journal for Research in Mathematics Education*, v.20, n.4, p. 336-356, 1989.
- DRUCK, S. O drama do ensino da matemática. *FolhaOnLine [Sinapse]* 25/03/03, 2003.
- GRAEBER, A.O. Mathematics and the reality of the student: bringing the two together. In: Davis, R.B. and Maher, C.A. (eds.) *Schools, Mathematics and the world of reality*. Boston, Allin and Bacon, p.213-236,1993.
- HANA, G. More than formal proof. *For the Learning of Mathematics*, n.9 (1), p.20-23, 1989
- KLINE, M. *Why Johnny can't add: the failure of the new math*. New York: Random House, 1974
- LIMA, E.L. *Análise Real*, v.1, Rio de Janeiro, IMPA/CNPq, 1989
- LINS, R. Os problemas da Educação Matemática. *FolhaOnLine [Sinapse]*, 29/04/03, 2003
- MARTIN, W.G.; Harel, G. Proof frames of preservice elementary teachers'. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20 (1), p.41-51, 1989
- MONTEIRO, L.H.J. *Elementos de Álgebra*. Ao Livro Técnico, Rio de Janeiro, 1969
- MOREIRA, P.C.; David, M.M.M.S. O conhecimento matemático do professor: formação e prática docente na escola básica. *26ª Reunião Anual da ANPEd*, ATAS, Poços de Caldas, MG, 2003a .
- MOREIRA, P.C.; David, M.M.M.S. Matemática escolar, matemática científica, saber docente e formação de professores. *Zetetiké*, v.11, n.19, p.57-80, jan-jun 2003b.
- SCHOENFELD, A. H. Explorations of students' beliefs and behavior. *Journal for Research in Mathematics Education*, v.20, n.4, p.338-355, 1989.

- SIMON, M. Beyond inductive and deductive reasoning: the search for a sense of knowing. *Educational Studies in Mathematics*, n.30, p.197-210, 1996.
- TALL, D. The transition to advanced mathematical thinking: functions, limits, infinity and proof. In: Grows, D. (editor) *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. NCTM, NY, Macmillan, p.495-511, 1992.
- TALL, D.; Vinner, S. Concept image and concept definition with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, v.12, p.151-169, 1981.
- VINNER, S. The role of definitions in the teaching and learning of mathematics. In: Tall, D.(ed.) *Advanced Mathematical Thinking*, Dordrecht, Kluwer, p.65-81, 1991.
- VINNER, S. The notion of proof – Some aspects of students' views at the sênior high level. *Proceedings of the XVII International Conference of PME*, Israel, p. 289-294, 1993.
- WHITE, A.J. *Análise real: uma introdução*. Edgard Blücher/USP, São Paulo, 1973.

MR5 ENSINO SUPERIOR

ENSINO SUPERIOR DE MATEMÁTICA: QUESTIONANDO O ENSINO DE CÁLCULO E DE ANÁLISE

Frederico da Silva Reis¹

Este trabalho é o resumo de nossa participação na Mesa Redonda sobre "Ensino Superior", apresentada no III Encontro Mineiro de Educação Matemática. Neste estudo pretendemos discutir alguns aspectos historicamente relacionados ao ensino de Cálculo Diferencial e Integral e de Análise Real, especificamente para o Curso de Licenciatura em Matemática. Cabe destacar que em nossa Tese de Doutorado (REIS, 2001) já havíamos discutido como a relação entre rigor e intuição se manifesta na prática pedagógica do Cálculo e da Análise. Aqui, tentaremos motivar o estudo das repercussões dessa relação na formação do professor de Matemática. Sob esta perspectiva, tentaremos abordar as diferentes visões entre docentes e discentes a respeito dos principais problemas relacionados ao ensino destas disciplinas / áreas, tradicionalmente reconhecidas pelo alto índice de reprovação / evasão nos cursos de Licenciatura em Matemática e, no caso do Cálculo, nos cursos de Ciências Exatas, em geral.

Palavras-chave: Ensino Superior de Matemática; Ensino de Cálculo; Ensino de Análise.

1) Questionando o Ensino de Cálculo

“O ensino de Cálculo nas universidades brasileiras tem sido objeto de questionamento em diversos fóruns em função das dificuldades apresentadas pelos alunos na sua aprendizagem, bem como pela

¹ Mestre em Matemática pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, na área de Análise Funcional;

Doutor em Educação Matemática pela Universidade Estadual de Campinas, na área de Ensino Superior;

Professor Adjunto do Departamento de Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto – Coordenador do Curso de Especialização em Educação Matemática;

Professor Assistente do Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia do Centro Universitário de Belo Horizonte – Pesquisador do Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática – GEPEM / UNIBH.

alta evasão dos estudantes dos primeiros períodos, matriculados nesta disciplina. (p. 4)”

Com esta abordagem inicial, a Sociedade Brasileira de Matemática – SBM, destaca a necessidade de se aprofundar a discussão sobre o ensino de Cálculo, em um de seus boletins informativos do ano de 1995 (Nº 6).

É óbvio que o questionamento dos problemas no ensino de Cálculo, ali levantados, é feito, basicamente, à luz da perspectiva de se resolver o problema do alto índice de reprovação e a conseqüente evasão dos alunos. Se considerarmos índices na faixa de 30 % a 50 % de reprovação, verificados numa grande parte das universidades públicas brasileiras, que em algumas o índice chega a 60 % e que em poucas o índice se aproxima de 20 %, o ensino de Cálculo realmente deve se transformar num sério objeto de investigação por parte dos pesquisadores em Educação Matemática, que terão pela frente um enorme desafio no âmbito do ensino superior.

Comparando, ainda que de forma simplista, a situação com uma encenação teatral vemos, de um lado, os atores (professores) atuando em uma peça mal ensaiada e mal dirigida, fazendo com que o público (alunos), de outro lado, não capte sua mensagem e se retire antes do último ato. De quem é a culpa no palco da sala de aula? Dos atores e sua má performance ou do público e sua insensibilidade? Ou seria do diretor?

Uma das coordenadoras de um projeto especial de apoio ao ensino de Cálculo da UFRJ², BARRETO (1995), ao ser questionada a respeito dos altos índices de reprovação nas disciplinas iniciais de Cálculo e dos motivos que levam os alunos a não apresentarem um bom desempenho nas mesmas, não vacila em afirmar que o aluno e a escola são os principais responsáveis:

“As causas são muitas e já bem conhecidas, principalmente a má formação adquirida durante o 1º e 2º graus, de onde recebemos um grande contingente de alunos passivos, dependentes, sem

² O projeto em questão chamava-se "Atendimento Especial em Cálculo I" e era realizado no Instituto de Matemática da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ.

domínio de conceitos básicos, com pouca capacidade crítica, sem hábitos de estudar e consequentemente, bastante inseguros. (p.4).”

Está aí retratada uma visão muito comum entre os professores de Cálculo, de que a formação inadequada dos alunos é a principal causa dos problemas no processo de ensino e aprendizagem de Cálculo.

Por outro lado, na visão discente, as deficiências maiores se encontram no ensino, sobretudo na forma como o professor conduz sua prática pedagógica.

O professor, segundo BECKER (1995), tende a encaminhar o processo de ensino e aprendizagem sob uma das formas pedagógicas seguintes:

- a) Uma pedagogia centrada no professor, que tende a valorizar relações hierárquicas que, em nome da transmissão do conhecimento, acabam por produzir ditadores por um lado e indivíduos subservientes, anulados em sua capacidade criativa, por outro. A epistemologia empirista fundamenta e legitima essa forma pedagógica;
- b) Uma pedagogia centrada no aluno, que pretende enfrentar os desmandos autoritários do modelo anterior, atribuindo ao aluno qualidades que ele não tem, como: domínio do conhecimento sistematizado em determinada área, capacidade de abstração suficiente, especialmente na área de atuação específica do professor e volume de informações devidamente organizadas. A epistemologia apriorista fundamenta e legitima essa forma pedagógica;
- c) Uma pedagogia centrada na relação, que tende a desabsolutizar os pólos da relação pedagógica, dialetizando-os, sem que nenhum disponha de hegemonia prévia. Professor e aluno trazem suas próprias bagagens que, diferenciadas, entram em relação e, na medida dessa relação, professor e aluno constroem conhecimento. A epistemologia construtivista fundamenta e legitima essa forma pedagógica.

Em síntese, BECKER (1995) acredita que: ... *o compromisso, mesmo inconsciente, com determinada epistemologia, redundando em determinação – não a única ! – da prática pedagógica.* (p. 27).

Ao se analisar a prática pedagógica de uma grande parte dos professores de Cálculo, inclusive a nossa própria até o início do processo de construção deste estudo, acreditamos que a pedagogia centrada na relação é a forma menos adotada no encaminhamento do processo de ensino e aprendizagem de Cálculo e possivelmente, de várias disciplinas de conteúdo matemático.

Analisando os pontos de vista descritos anteriormente, parece que chegamos a um processo cíclico, já que os argumentos docentes tropeçam na seguinte barreira: os próprios professores universitários são os responsáveis pela formação dos professores dos ensinos fundamental e médio que, por sua vez, são os responsáveis pela formação dos alunos que (mal preparados !) ingressam na universidade.

Refletir especificamente sobre este entrave não é objetivo deste estudo. Entretanto, na tentativa de atender aos argumentos discentes não podemos desprezar a ação de diversos grupos formados por professores de Cálculo de universidades brasileiras que, através de inovações pedagógicas, vêm buscando elementos que possam contribuir efetivamente para tal discussão .

No Instituto de Matemática, Estatística e Ciência da Computação da Universidade Estadual de Campinas – IMECC / UNICAMP, um grupo de professores está desenvolvendo projetos voltados para o ensino de Cálculo com aplicações. Sob uma ótica exploratória e construtiva do conhecimento, FIGUEIREDO & COSTA & GROU (1995) vem tentando mudar o ensino de Cálculo com auxílio do computador:

“Nós temos proposto aos estudantes, projetos de pesquisa onde computadores são usados como um Laboratório Experimental de simulação de trajetórias, estabelecendo conjecturas e visualizando conceitos. (p. 1)”

É óbvio que softwares computacionais, como o *Mathematica*, podem ser utilizados como ferramentas valiosas na aprendizagem de conceitos analíticos, especialmente aqueles com grande apelo geométrico. Também é reconhecida a importância do trabalho de projeto enquanto método educativo, conforme ressalta ABRANTES (1995), lembrando ainda que:

“No entanto, o valor educativo do trabalho de projeto como componente do currículo está ligado a fatores de natureza pedagógica que incluem a escolha dos problemas a abordar, o ambiente de aprendizagem e a própria gestão do projeto. (p. 22)”

Entretanto, uma questão que precede à elaboração de currículos e ementas, à escolha de bibliografias e livros-textos e à opção por uma determinada metodologia ou recursos metodológicos, é que a prática pedagógica do professor de Cálculo deve se pautar, primeiramente, na reflexão e compreensão do papel fundamental do Cálculo Diferencial e Integral na formação matemática de seus alunos. Somente estabelecendo elementos que esclareçam a real função do Cálculo na formação matemática do aluno, o professor terá condições de refletir sobre que objetivos traçar, que conteúdos e metodologias estabelecer, enfim, que prática pedagógica desenvolver !

Observemos que as noções do Cálculo formam um conteúdo integrante de diversas disciplinas para cursos universitários que formam profissionais com os diferentes perfis, como por exemplo: Engenharia, Física, Economia e Farmácia, além, obviamente, de Matemática. Uma prática muito comum, entre os professores de Cálculo, é ministrar esta disciplina sempre da mesma forma (mesmos conteúdos, mesma metodologia, mesmos exemplos, mesmas aplicações), sem levar em consideração a natureza do curso. Não concordando com essa prática, entendemos que cada um desses cursos profissionalizantes exige do professor uma transposição didática própria, de modo que a produção de significados das idéias do Cálculo esteja em estreita relação com o contexto profissional do curso.

Pois bem, mas como pretendemos contribuir para uma reflexão do professor de Cálculo sobre sua prática pedagógica? Pretendemos criar ou propor uma nova metodologia mágica, capaz de magicamente zerar os índices de reprovação e tornar a aprendizagem totalmente eficaz? Não, definitivamente não é este o objetivo desta discussão.

Inicialmente, achamos por bem colocar que, apesar de, vez ou outra, reportarmos-nos ao Cálculo enquanto disciplina integrante do currículo de cursos da área de exatas, humanas ou biológicas, neste trabalho centraremos nosso foco no ensino de Cálculo para estudantes de Licenciatura em Matemática, pois pretendemos, também, abordar o ensino de Análise Real, o qual ocorre, em nível de graduação, apenas nos cursos de Matemática

2) Questionando o Ensino de Análise

Ao se discutir o ensino de Cálculo para o Licenciando em Matemática, somos levados, inevitavelmente, a refletir também sobre o ensino de Análise, enquanto disciplina formadora do professor de Matemática. Isto porque os tópicos fundamentais de um curso de Análise são os mesmos de um curso de Cálculo. Entretanto, se no Cálculo os temas são abordados sob uma perspectiva aplicada, com a interpretação intuitiva das noções, na Análise eles são abordados, geralmente, sob uma perspectiva lógico-formal, com a definição rigorosa dos objetos estudados.

O Prof. Geraldo Ávila, no prefácio de seu livro *Introdução à Análise Matemática*, diz acreditar que uma análise histórica permite mostrar que desde o surgimento do Cálculo, com Newton e Leibnitz no século XVII, vários matemáticos célebres como os irmãos Bernoulli, Euler, D'Alembert e Lagrange tentaram, sem sucesso, dar ao Cálculo uma formulação rigorosa, só obtida no início do século XIX, com Dedekind e Peano, após as contribuições fundamentais de Cauchy e Weierstrass.

Em seu livro *“Abrégé D'Histoire des Mathématiques”*, DIEUDONNÉ (Apud ÁVILA, 1993) conclui que:

“A falta de rigor imputada aos matemáticos do século XVIII provém, sobretudo, das dificuldades por eles enfrentadas em definir de maneira precisa as noções básicas do Cálculo, das quais, todavia, tinham muitas vezes uma boa concepção intuitiva. (p. 22)”

Entretanto, o Prof. Ávila acredita ter sido esta concepção intuitiva que os levou ao estabelecimento de importantes resultados o que justifica, segundo o professor, a necessidade de um equilíbrio entre o rigor necessário à Análise e a intuição tão fundamental no desenvolvimento das idéias matemáticas.

Seria este ponto de equilíbrio, talvez, o divisor de águas entre o ensino de Cálculo e o ensino de Análise na formação matemática do aluno, colocando de um lado, o pensamento diferencial intuitivamente construído e do outro lado, o pensamento analítico formalmente construído ? E mais, que tipo de equilíbrio deve existir ? É realmente possível, na prática pedagógica, se atingir um equilíbrio ? De fato, isto é importante para a formação do professor de Matemática ? Mesmo que ele só atue nos ensinos fundamental e médio ?

A Análise Real está presente na maioria das grades curriculares dos cursos de Matemáticas das universidades brasileiras. Presença obrigatória no currículo dos bacharelados, é de se estranhar que algumas licenciaturas não possuam a disciplina “Análise I” no grupo das disciplinas obrigatórias, remetendo-a para o grupo das disciplinas eletivas. Afinal, ao professor que irá atuar nos ensinos fundamental e médio, é dispensável o conhecimento analítico do Cálculo ou, então, dos campos numéricos ?

Entretanto, analisando os cursos de Análise ministrados na graduação, parece-nos que numa boa parte deles há um excesso de formalismo e rigor na exposição dos temas, o que pretendemos compreender. Diante desta prática, resta aos alunos a memorização dos principais resultados e de suas demonstrações que, espera-se, tenham sido entendidos intuitivamente no Cálculo.

Novamente então, deparamo-nos com a necessidade de compreender melhor a forma como o rigor e a intuição são explorados / entendidos, o que certamente nos remeterá ao estudo da história do desenvolvimento destas áreas e, especialmente, de que forma a busca pelo rigor foi um determinante histórico.

Por fim, por um outro lado, a intuição é um elemento fundamental em qualquer situação de ensino, especialmente no ensino destas disciplinas, tão passível de questionamentos.

Referências Bibliográficas

ABRANTES, P. *Trabalho de Projetos*. In: Congresso Brasileiro de Ação Pedagógica, II. Belo Horizonte, 1995.

ÁVILA, G. *Introdução à Análise Matemática*. São Paulo: Edgard Blücher, 1993.

BARRETO, A. *O Ensino de Cálculo em questão*. Rio de Janeiro: Boletim da Sociedade Brasileira de Matemática, 6, 1995.

BECKER, F. *A Epistemologia do Professor*. Petrópolis: Vozes, 1993.

FIGUEIREDO, V. & COSTA, S. & GROU, M.A. *Projeto Cálculo com Aplicações*. Campinas: UNICAMP, 1995.

REIS, F.S. *A Tensão entre Rigor e Intuição no Ensino de Cálculo e Análise: A visão de professores - pesquisadores e autores de livros didáticos*. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação – UNICAMP – Campinas, 2001.

MR6 HISTÓRIA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA PARA A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: ENTRE POTENCIALIDADES, DIFICULDADES E NECESSIDADES

Maria Laura Magalhães Gomes*

Em 1741, portanto ainda na primeira metade do Século das Luzes, o ilustre matemático e físico francês Alexis-Claude Clairaut (1713-1765) publicou um livro-texto destinado a figurar com destaque na história da educação matemática – os *Elementos de Geometria*¹ – pela inovação que representou em relação à abordagem clássica nesse campo da Matemática, baseada nos *Elementos* de Euclides.

O que diferenciava a obra de Clairaut do enfoque euclidiano era a preocupação do autor em amenizar as dificuldades experimentadas pelos que começavam a aprender a geometria à maneira tradicional. Essa preocupação se expressava logo no primeiro parágrafo do prefácio do livro, quando Clairaut descrevia a interação entre o leitor iniciante e o texto de Euclides:

“Logo no princípio se apresenta ao leitor um grande número de definições, de postulados, de axiomas e princípios preliminares, que só lhe parecem anunciar um estudo árido. As proposições que em seguida vêm, não fixando o espírito sobre objetos mais interessantes, e sendo além disso difíceis de conceber, acontece comumente que os principiantes se fatiguem e se aborrecem antes de terem uma idéia clara do que se lhes queria ensinar” (Clairaut, 1892, p. IX).

* Professora do Departamento de Matemática da UFMG.

¹ É importante mencionar que o livro de Clairaut foi traduzido e publicado em duas edições brasileiras, a primeira delas em 1892, pela Editora Bibliópola, de São Paulo.

Ao buscar uma solução para os problemas que comentava, Clairaut escolhia explicitamente um trajeto, o “*método dos inventores*”², adotado, ainda segundo o próprio autor, após ter empreendido algumas reflexões sobre a origem da geometria. Clairaut declarava desejar então, em seu texto, fundamentar-se nos primeiros passos dados pelos inventores da geometria, mas ressaltava também que havia fugido “*de todas as falsas tentativas que eles naturalmente fizeram*” (Clairaut, 1892, p. X). Assim, o matemático francês enfatizava sua opção por um método de ensino que não pretendia ser exatamente uma reconstituição histórica dos progressos da matemática, mas a apresentação de um caminho que poderia ter sido aquele seguido pelos criadores desse conhecimento.

Por sua inovação, o livro de Clairaut tem sido bastante divulgado no Brasil; como exemplos recentes desse esforço podemos lembrar os trabalhos de Miorim (1998) e Pitombeira (1994). No entanto, o que talvez não seja tão frequentemente comentado é que a proposta clairautiana de ensino era dirigida a um público especial – a nobreza da França – que, embora interessada em assuntos científicos, como observa Schubring (2003), não gostaria de se confrontar com partes da matemática que exigissem um esforço maior. Portanto, ao utilizar-se de um enfoque considerado histórico, Clairaut tinha em vista aprendizes para os quais era necessário ensinar sem as fadigas e aborrecimentos decorrentes da apresentação “*de proposições em que se demonstra tal ou tal princípio, sem indicar como se chegou a descobri-lo*” (Clairaut, 1892, p. XI-XII). Ao escolher, diferentemente desse estilo, apresentar os conhecimentos geométricos a partir de necessidades de medição que poderiam ter sido a razão do surgimento desses mesmos conhecimentos, o matemático setecentista mostrava ter consciência da inadequação da abordagem sistemática e rígida adotada por Euclides para a instrução das pessoas em geral.

² Com essa expressão, Clairaut designava o caminho tomado pelos que haviam feito as descobertas matemáticas. A ordem dos inventores foi uma noção-chave do Iluminismo e das primeiras fases da Revolução Francesa, e um dos maiores responsáveis por sua divulgação como instrumento metodológico geral foi Jean Le Rond d'Alembert (1717-1783), no verbete *Elementos de Ciências* da *Enciclopédia* ou *Dicionário Raciocinado das Ciências, das Artes e dos Ofícios* (Schubring, 2003).

É fundamental, então, quando comentamos os *Elementos de Geometria* de Clairaut, sublinhar que a tentativa de promover uma educação matemática com alicerce em uma reconstituição, se não fiel à história, pelo menos semelhante a uma história plausível, era feita com o propósito específico de atingir um público mais amplo que desejava instruir-se matematicamente.

Não se pode dizer, levando-se em consideração o fato de ter existido já no século XVIII uma obra como a de Clairaut, que seja propriamente uma novidade a idéia de que a história da matemática pode contribuir para o aperfeiçoamento da educação matemática no sentido de se atingir um número maior de pessoas. Contudo, podemos seguramente dizer, sim, que o interesse por essa idéia e o debate sobre ela têm crescido, recentemente, tanto no contexto internacional como no Brasil.

De fato, na introdução do livro *História na Educação Matemática*, publicado em 2000 pela Comissão Internacional de Ensino de Matemática,³ seus editores afirmam que matemáticos, historiadores e educadores em muitos países vêm defendendo a incorporação da história da matemática, de alguma maneira, na educação matemática, porque reconhece-se que

“... a educação matemática nem sempre atinge seus objetivos para todos os alunos, e que como alguns estudantes terminam sua educação com menos compreensão da matemática do que lhes seria útil possuir, ou até mesmo com um verdadeiro pavor ou fobia em relação à matemática, então vale a pena explorar caminhos possíveis para aperfeiçoar o processo” (Fauvel & van Maanen, 2000, p. xiii).

Se a história da matemática, em aspectos os mais variados, vem sendo cada vez mais considerada um desses caminhos, devemos chamar a atenção para o papel desempenhado nesse contexto, pelo Grupo Internacional de Estudos

³ A ICMI (International Commission on Mathematical Instruction) foi constituída em 1908, no Congresso Internacional de Matemáticos realizado em Roma, e teve como seu presidente o célebre matemático alemão Felix Klein (1849-1925). Tendo tido suas atividades interrompidas entre as duas guerras mundiais, a ICMI foi reestabelecida em 1952 como uma comissão da IMU-International Mathematical Union (Fauvel & van Maanen, 2000).

sobre as Relações entre História e Educação Matemática, o HPM⁴, que, tendo se filiado formalmente à Comissão Internacional de Ensino da Matemática – ICMI – em 1976, vem promovendo encontros e se responsabilizando por publicações de modo crescente desde 1983 (Fauvel & van Maanen, 2000; Miguel & Miorim, 2002).

Em nosso país, diversos encontros de educadores matemáticos, de âmbito regional e nacional, vêm reservando, já há alguns anos, um espaço para a discussão do tema *História e Educação Matemática* em mesas redondas, e nos mesmos eventos apresentam-se mini-cursos, relatos de experiências e comunicações científicas que contemplam essa temática.

Além disso, existe no Brasil, desde 1999, a Sociedade Brasileira de História da Matemática que realiza, de dois em dois anos, como seu principal evento científico, o Seminário Nacional de História da Matemática, no qual também vêm sendo focalizadas, com grande frequência, as muitas e diferentes relações entre a história e a educação matemática que podem ser consideradas. Entre essas relações também passou a figurar, particularmente na pesquisa brasileira, o campo identificado por Antonio Miguel e Maria Ângela Miorim (2002) como “História na Educação Matemática”, que, segundo esses autores, *“toma como objeto de investigação: formas de participação da história da matemática e/ou da educação matemática na educação matemática, entendida como campo de ação pedagógica ou como campo de investigação”* (Miguel & Miorim, 2002).

O contexto brasileiro mostra ainda que a preocupação em relação à incorporação da história da matemática na educação matemática ultrapassou o campo da pesquisa acadêmica e passou a ser explicitada nos documentos curriculares oficiais do país referentes à Matemática. Ainda que com graus diferentes de presença, a história aparece, a partir de 1997, nas propostas dos Parâmetros Curriculares Nacionais, tanto para o Ensino Fundamental como para o Ensino Médio, e nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Matemática – Licenciatura. Merecem registro também, no Brasil, as inserções de

⁴ Sigla para History and Pedagogy of Mathematics.

conteúdos referentes à história da matemática que vêm sendo incluídas por diversos livros didáticos dirigidos ao Ensino Básico na última década.

Ao concentrarmos nossa atenção sobre a ênfase nas contribuições que a história pode oferecer à educação matemática, devemos lembrar-nos que embora a matemática venha sendo produzida, usada, estudada, ensinada e aprendida pela humanidade há milhares de anos, na maior parte dos países ela só veio a fazer parte da educação de grandes parcelas da população há menos de trezentos anos. É tendo isso em mente que precisamos refletir sobre a questão que quisemos colocar em evidência ao evocarmos a proposta de Clairaut para o ensino da geometria com base no *“método dos inventores”* – o recurso à história para a educação matemática de um público maior. Essa questão, no século XXI, configura-se, seguramente, de forma muito mais ampla do que no século XVIII porque, se podemos afirmar que alguma forma de educação matemática chega, efetivamente, hoje, à maioria das pessoas, precisamos também acentuar a existência da necessidade, do desejo e da esperança da sociedade de que essa educação adquira progressivamente melhor qualidade em todos os seus aspectos e níveis na escolarização.

A idéia de usar a história da matemática de alguma maneira tem sido, entretanto, apresentada como uma das alternativas do variado repertório discutido pelos educadores visando tal propósito. Ainda que ela não venha sendo, portanto, concebida como um imperativo pedagógico a ser obedecido sem maiores considerações e delongas, acreditamos que os educadores matemáticos que se disponham a adotar algum tipo de enfoque histórico precisam conscientizar-se não só das muitas potencialidades, mas também de algumas das dificuldades e necessidades que concernem a essa opção.

Sobre as potencialidades

Alguns pesquisadores brasileiros têm se dedicado, de modos variados, a investigar as questões relativas às potencialidades da história da matemática na educação matemática. Para mostrar em que direções se tem orientado, em nosso país, essa investigação, abordamos a seguir, a título de ilustração, o conteúdo de dois trabalhos de natureza diferente sobre o tema.

Em sua dissertação de mestrado, intitulada *A Arte de Contar: Uma Introdução ao Estudo do Valor Didático da História da Matemática*⁵, Antonio Carlos Brolezzi argumenta fortemente em favor da presença da história na educação matemática elementar. É sobretudo no terceiro capítulo do trabalho que ele apresenta sua visão do valor didático da história da matemática, fundamentado em três componentes, que podem ser sintetizados da seguinte maneira: 1) a história da matemática tem relações importantes com a lógica natural do aluno; 2) a história da matemática é um instrumento que favorece a superação da dicotomia freqüente entre técnica e significado; 3) a história da matemática pode dar aos estudantes uma visão mais global da matemática.

O primeiro componente é focalizado em uma seção denominada *História da Matemática e Lógica da Matemática em Construção*, em que o autor trata da relação da história da matemática com a lógica intrínseca à matemática elementar. O termo “lógica” é utilizado com significado geral, e Brolezzi argumenta no sentido de que embora a matemática, como ramo específico do conhecimento científico, tenha como lógica própria a Lógica Formal, o distanciamento dos aspectos psicológicos ou epistemológicos que ocorre na matemática científica não é adequado ao ensino. Ele defende a posição de que uma abordagem que se pretenda pedagógica deve levar em conta uma lógica natural do aluno, cuja fonte primordial é a própria linguagem comum. Para Brolezzi, o caminho pedagógico adequado deve considerar a matemática como ciência em construção, e não como algo pronto e sistematizado de acordo com a Lógica Formal. E é aí que a história da matemática pode oferecer sua contribuição:

“A visão da Matemática em construção é precisamente a que obtemos pelo estudo da História da Matemática, a qual surge assim como a grande fonte para a apreensão da organização lógica mais adequada ao ensino da Matemática, principalmente no nível elementar, onde os padrões lógico-formais estão ainda mais distantes dos alunos. A forte relação da lógica com o ensino constitui, portanto, um componente decisivo para a

⁵ Essa dissertação foi defendida dentro do programa de pós-graduação em Educação da Universidade de São Paulo em 1991.

avaliação do uso da História da Matemática como recurso pedagógico, revelando com muita propriedade seu valor didático”. (Brolezzi, 1991, p. 48)

O segundo componente é discutido na seção *História da Matemática e Significado*, e se vincula à constatação de que a aprendizagem da matemática está profundamente relacionada à compreensão da linguagem simbólica caracterizadora desse conhecimento. Na educação matemática elementar configura-se, com muita frequência, um distanciamento entre simbolismo e significado, isto é, o significado dos símbolos da linguagem matemática formalizada, claro aos olhos do pesquisador matemático, pode ser obscuro para o aluno iniciante. Lembrando que é possível a aquisição de certa habilidade técnica de cálculo e de utilização de algoritmos, mesmo sem a captação de seu significado real por parte do educando, Brolezzi salienta que isso não é, contudo, suficiente para a utilização da mesma técnica em outros contextos ou situações. A história da matemática poderia contribuir para a ultrapassagem de uma educação matemática centrada no mero domínio de um jogo sintático de modo a serem atingidos níveis melhores de competência semântica. Fundamentando-se em palavras de Jean Piaget e Rolando Garcia – *“a história de uma noção fornece alguma indicação sobre o seu significado epistêmico”* (Brolezzi, 1991, p. 54) – o autor escreve:

“O significado de uma noção elementar de Matemática pode ser esclarecido com base numa estrutura interna da Matemática que necessariamente não é acessível ao aluno naquele momento (em que lhe é apresentada essa noção elementar). Mas a história daquela noção, que muitas vezes remonta a épocas em que a Matemática ainda não havia adquirido toda sua estrutura interna, pode revelar seu significado sem exigir maior nível lógico que o de acompanhar uma contextualização histórica, a qual tem sempre ligação com a realidade humana comum.

Essa ligação com a realidade humana comum é que revela a dimensão semântica dos símbolos, juntamente com sua dimensão pragmática, isto é, seus usos diversos”. (Brolezzi, 1991, p. 54).

Finalmente, na seção *História da Matemática e Visão da Totalidade*, o autor aborda o potencial que a história da matemática possui de proporcionar uma visão de conjunto do conhecimento matemático. Para ele, no currículo elementar, os conteúdos aparecem isolados uns dos outros, compartimentalizados em unidades que favorecem a percepção da matemática, pelos alunos, como um “*quebra-cabeças incongruente*” (p. 57). A falta de ligação entre os muitos temas estudados é um fator que dificulta a resolução de problemas e a aprendizagem de coisas que requeiram o recurso a vários tópicos simultaneamente. Além disso, dessa falta de visão da totalidade decorreriam dificuldades quanto à questão sobre as aplicações práticas do conhecimento matemático elementar, nem sempre imediatas, freqüentemente explicitada pelos alunos com a pergunta “*Para que serve isso?*” A história da matemática seria não somente uma fonte de exemplos práticos e aplicações em vários níveis, mas também proporcionaria um distanciamento da matemática escolar necessário para compreender que a matemática “*não é um conjunto de regras para resolver problemas práticos*” (p. 58). Nas palavras do autor

“O distanciamento propiciado pela História é, assim, fundamental para se obter uma visão de conjunto do edifício matemático que se almeja construir no ensino elementar. Com o recurso à História, pode-se compreender muito melhor a razão de ser de tópicos específicos da Matemática elementar.

Essa visão abrangente dificilmente pode ser adquirida sem o recurso à História da Matemática”. (Brolezzi, 1991, p. 58).

Os argumentos favoráveis ao uso da história da matemática na educação matemática elementar estão, nas concepções de Brolezzi, segundo pensamos, mais ligados ao entendimento de que “*a finalidade da educação matemática é fazer com que o estudante compreenda a própria matemática*” (Miguel & Miorim, 2002, p. 194). Então, o emprego adequado da abordagem histórica, sugerido em diversos exemplos apresentados pelo autor, contribuiria sobretudo para o

aperfeiçoamento da compreensão dos alunos sobre a matemática escolar, no que diz respeito à lógica intrínseca, à linguagem e à visão de conjunto dessa mesma matemática. Isso, porque conquanto não se possa dizer que a outra finalidade da educação matemática considerada por Miguel & Miorim (2002, p. 194) – *“fazer com que o estudante construa, por intermédio do conhecimento matemático, determinados valores e atitudes”* – esteja totalmente ausente das considerações de Brolezzi, pode-se afirmar que a via da abordagem histórica indicada pelo autor não pretende contemplar tão explicitamente tal finalidade. Mesmo a potencialidade de a história propiciar ao estudante uma visão mais abrangente da Matemática, focalizada no terceiro componente do valor didático da história da matemática proposto por Brolezzi, é evidenciada com um propósito mais epistemológico do que ético, no sentido proposto por Miguel e Miorim (2002). Em particular não se mencionam, por exemplo, no trabalho de Brolezzi, as possibilidades de a história favorecer a percepção da matemática como um conhecimento ligado a outras ciências, à cultura e à sociedade, de contribuir para o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico dos educandos, de servir de instrumento de resgate cultural.

Todavia, vários argumentos referentes ao uso da história da matemática tendo em vista essa segunda finalidade da educação matemática aparecem no segundo trabalho que aqui queremos comentar, o artigo *As potencialidades pedagógicas da história da matemática em questão: argumentos reforçadores e questionadores*, escrito por Antonio Miguel. Nesse texto, o autor discute 12 argumentos reforçadores e 4 argumentos questionadores das potencialidades pedagógicas da história da matemática, identificados em artigos publicados em periódicos nacionais e internacionais e em diversos outros textos assinados por matemáticos, historiadores da matemática e educadores matemáticos.

Conquanto não seja nosso objetivo apresentar uma síntese dessa discussão, julgamos oportuno mencionar os argumentos favoráveis ao uso da história da matemática na educação matemática para deter-nos em breves comentários sobre aspectos de alguns deles. Assim, os argumentos selecionados por Miguel (1997) são:

“1º argumento: A história é uma fonte de motivação para o ensino-aprendizagem da matemática” (p. 75).

“2º argumento: A história constitui-se numa fonte de objetivos para o ensino da matemática” (p. 77).

“3º argumento: A história constitui-se numa fonte de métodos adequados de ensino da matemática” (p. 78).

“4º argumento: A história é uma fonte para a seleção de problemas práticos, curiosos, informativos e recreativos a serem incorporados nas aulas de matemática” (p. 81).

“5º argumento: A história é um instrumento que possibilita a desmistificação da matemática e a desalienação de seu ensino” (p. 82).

“6º argumento: A história constitui-se num instrumento de formalização de conceitos matemáticos” (p. 83).

“7º argumento: A história é um instrumento de promoção do pensamento independente e crítico” (p. 83).

“8º argumento: A história é um instrumento unificador dos vários campos da matemática” (p. 85).

“9º argumento: A história é um instrumento promotor de atitudes e valores” (p. 87).

“10º argumento: A história constitui-se num instrumento de conscientização epistemológica” (p. 88).

“11º argumento: A história é um instrumento que pode promover a aprendizagem significativa e compreensiva da matemática” (p. 90).

“12º argumento: A história é um instrumento que possibilita o resgate da identidade cultural” (p. 92).

Destacamos, na discussão de alguns desses argumentos por Miguel, elementos que nos parecem ter conexões mais evidentes com a promoção de atitudes e valores nos alunos pela educação matemática do que com a melhoria da aprendizagem do conhecimento matemático por si próprio, embora, ainda de acordo com Miguel & Miorim (2002), seja perfeitamente viável adotar o ponto de vista da indistinção rígida entre essas duas perspectivas da educação matemática.

Assim, por exemplo, a análise de Miguel mostra que os partidários do 2º argumento defendem o uso da história da matemática para levar os alunos a perceberem a matemática como criação humana; as razões pelas quais as pessoas fazem matemática; as necessidades práticas, sociais, econômicas e físicas que servem de estímulo ao desenvolvimento das idéias matemáticas; as conexões existentes entre matemática e filosofia, matemática e religião, matemática e lógica; a curiosidade estritamente intelectual que pode levar à generalização e extensão de idéias e teorias.

O 5º argumento, conforme sua explicação pelo autor, segue na direção de possibilitar aos alunos, pela presença da história, a desconstrução do mito de que o conhecimento matemático ocorre harmoniosamente e sem dificuldades, o qual é nutrido pela forma tradicional dos cursos que adotam uma exposição logicamente organizada, exposição essa que não traduz o que ocorre de fato na produção do conhecimento matemático.

Quanto ao 7º argumento, ainda que discordando de alguns de seus defensores, que enfatizam apenas uma problematização lógica e epistemológica na promoção do pensamento independente e crítico pela história, sem levar em conta o contexto social mais amplo de produção do conhecimento matemático, Miguel sugere que uma reconstituição histórica que considere também esse contexto realmente pode contribuir para formar esse tipo de pensamento.

Discutindo o 9º argumento, o autor ressalta as idéias de um de seus partidários, o historiador da matemática Morris Kline que, ao defender a exposição dos tropeços dos grandes matemáticos aos estudantes, pretende que eles desenvolvam atitudes positivas como a coragem necessária para enfrentar os problemas, a persistência e a tenacidade para buscar soluções para esses problemas. Miguel salienta, no entanto, que essas atitudes, para Kline, são desejáveis precisamente para a produção de novos conhecimentos na esfera acadêmica.

Finalmente, é pertinente comentar o 12º argumento, defendido pelo educador Paulus Gerdes, que se propôs a utilizar a história de uma forma bem diferenciada, na tentativa de reverter o quadro de fracasso em matemática por parte das crianças de Moçambique pela reconstrução das tradições matemáticas

dos povos africanos, tendo em mente a necessidade de eliminar um bloqueio cultural⁶. A história da matemática a que Gerdes se refere é, segundo Miguel, então, uma história cultural da matemática, ou ainda uma etnohistória, a qual, reinventada pelo aluno, geraria nele autoconfiança social e cultural.

Ao expor sucintamente parte do conteúdo de dois trabalhos de pesquisa brasileiros, quisemos apresentar um panorama das potencialidades da história da matemática na educação matemática que vêm sendo discutidas desde a década de 90 do século XX em nosso país. Para complementar esse quadro, vamos apresentar e destacar alguns aspectos de uma síntese das potencialidades de apoio, enriquecimento e aperfeiçoamento da educação matemática oferecidas pelo enfoque histórico no contexto internacional. Trata-se de uma parte de um dos capítulos do livro publicado pela Comissão Internacional de Ensino de Matemática já referido anteriormente neste texto, escrito por Constantinos Tzanakis, Abraham Arcavi e outros. Esses autores consideram que há cinco áreas principais nas quais se situam as possibilidades de contribuição da história: a aprendizagem da matemática; o desenvolvimento de visões sobre a natureza da matemática e da atividade matemática; o embasamento didático e o repertório pedagógico do professor; a predisposição afetiva para com a matemática; a apreciação da matemática como esforço humano. Aqui vamos nos limitar a procurar realçar os aspectos dessas áreas ausentes ou pouco enfatizados quando discorreremos sobre os trabalhos de Bolezzi e Miguel.

Assim, no que diz respeito à aprendizagem da matemática, Tzanakis, Arcavi et al. (2000) chamam a atenção para o fato de a história evidenciar as ligações da matemática com os outros campos do conhecimento humano: história, geografia, física, química, biologia, filosofia, artes e religião. Um aspecto mais raro de aparecer quando se listam as potencialidades pedagógicas da história da matemática que é mencionado por esses autores é o de que a incorporação da história à educação matemática favorece o crescimento pessoal e de habilidades nos alunos não necessariamente associados ao seu desenvolvimento matemático,

⁶ De acordo com Miguel (1997), para Gerdes, o povo moçambicano tinha recebido do colonizador a imagem da matemática como uma capacidade exclusiva dos homens brancos, em que se ignoravam ou desprezavam todas as capacidades e tradições dos povos colonizados.

tais como a leitura, a escrita, a pesquisa de informações, a documentação, a discussão, a análise e o “falar sobre matemática”.

Muito importante, a nosso ver, é a ênfase colocada sobre as contribuições da história da matemática para os professores. Aí se sobressai a idéia de que pelo estudo da história e pela tentativa de reconstruir historicamente, de forma apropriada, conteúdos matemáticos específicos, os professores podem: identificar as motivações para introduzir novos conhecimentos; conscientizar-se das dificuldades ou obstáculos surgidos na história e que podem reaparecer na sala de aula; conscientizar-se dos argumentos favoráveis e contrários à apresentação de um tema em um certo nível da educação; enriquecer sua cultura matemática e apreciar melhor a natureza da atividade matemática; ampliar seu repertório de explicações, exemplos e abordagens alternativas dos conteúdos; ter a oportunidade de decifrar e compreender um tema matemático tratado de forma diferente da atual e, assim, exercitar sua sensibilidade, tolerância e respeito em relação a modos não convencionais ou idiossincráticos de apresentar idéias e resolver problemas.

Quanto à possibilidade de se desenvolver, pela via histórica, uma atitude de caráter afetivo em relação à matemática, Tzanakis, Arcavi et al. escrevem que esse caminho permite aprender que a matemática é mais uma realização humana do que um sistema de verdades rígidas ou um produto acabado a ser aprendido mecanicamente; aprender sobre o valor de persistir com as idéias, de adotar linhas de investigação, colocar questões e procurar pensar criativamente; aprender a não desanimar com o fracasso, os erros e as incertezas.

Enfim, sobre a apreciação da matemática como um esforço humano, os autores ressaltam que a história pode mostrar aos estudantes que a matemática é dirigida não apenas por razões utilitárias, mas também por si própria, motivada por critérios estéticos, curiosidade intelectual, desafio, prazer, propósitos de recreação; que o desenvolvimento interno da matemática, seja por razões utilitárias, seja por razões “puras,” foi influenciado por fatores sociais e culturais; que existem outros enfoques para a matemática, menos conhecidos e diferentes dos da cultura ocidental. Em relação a esse último aspecto, o texto destaca que *“os aspectos culturais podem ajudar os professores em seu trabalho diário com*

populações de salas de aula multiculturais, como um meio de desenvolver a tolerância e o respeito entre os estudantes” (Tzanakis, Arcavi et al., 2000, p. 207).

Levando em consideração o que foi dito, pode-se perceber que enumerar as possibilidades de contribuição da história da matemática para a educação matemática é algo que vem sendo empreendido intensamente, sem aparentes dificuldades. Também não são poucas as maneiras como vêm sido propostas abordagens históricas na educação matemática, como se pode ver detalhadamente em Fauvel & van Maanen (2000).

Contudo, não se pode ignorar que têm sido também indicadas, por aqueles que defendem esses diversos tipos de participação da história, algumas dificuldades e necessidades.

Dificuldades e necessidades

Tzanakis, Arcavi et al. (2000) apresentam um elenco de objeções de natureza filosófica e prática à incorporação da história da matemática na educação matemática. Exemplos do primeiro tipo são os argumentos de que a história pode ser mais causadora de confusão do que capaz de esclarecimento em relação aos conteúdos matemáticos; de que dificuldades dos alunos na compreensão dos eventos do passado e no conhecimento da história em geral tornam impossível uma contextualização histórica da matemática; de que muitos alunos não encontrarão atrativos na ou mesmo terão aversão à história da matemática.

Imaginemos, porém, que o inventário de potencialidades da história é tão amplo e atraente que os argumentos que o compõem sejam capazes de convencer os educadores matemáticos de que o esforço nesse sentido vale a pena. Restam, então, as dificuldades do segundo tipo, as de ordem prática. O que vamos verificar nesse campo é que mesmo os autores que defendem a adoção de alguma forma de abordagem histórica procuram alertar para essas dificuldades, como procuraremos mostrar.

Começemos por um documento curricular oficial do Brasil, os *Parâmetros curriculares nacionais: Matemática* para o terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental (Brasil, 1998), no qual a história marca indubitavelmente sua presença. Nessa proposta, o recurso à história é sugerido, ao lado do uso das

tecnologias da comunicação e dos jogos, como um caminho para a educação matemática nessa etapa da escolarização. Explicita-se a preocupação dos elaboradores do documento quanto ao que não deve ser feito, já que, de acordo com seu texto, não é

“... simplesmente que o professor deva situar no tempo e no espaço cada item do programa de Matemática ou contar sempre em suas aulas trechos da história da Matemática, mas que a encare como um recurso didático com muitas possibilidades para desenvolver diversos conceitos, sem reduzi-la a fatos, datas e nomes a serem memorizados” (Brasil, 1998).

O mesmo tipo de preocupação é demonstrado por Brolezzi (1991) quando afirma que é preciso ir além da localização dos conteúdos do currículo no tempo e no espaço e da ilustração das aulas por meio de dados biográficos dos mais notáveis produtores do conhecimento matemático. Para esse autor, embora possa ser interessante narrar biografias ou fazer correlações com eventos relevantes da história das civilizações, o que importa é iluminar o conteúdo historicamente: o professor deve reproduzir em sala de aula passos análogos aos da sequência criadora do conhecimento a ser ensinado *“depurando-a de pormenores desnecessários ou de desvios irrelevantes para os fins almejados”* (p. 49). Considerando que o recurso histórico não deve ser apenas um mero acessório didático, mas um verdadeiro definidor de estratégias pedagógicas, Brolezzi reconhece a necessidade de um conhecimento profundo, bem como do estudo de fontes variadas sobre a história por parte do professor que se disponha a usar esse recurso.

No que se refere às fontes à disposição dos professores, cabe ainda uma menção a críticas que se vêm colocando acerca do tipo de inserções da história adotado nos livros didáticos e paradidáticos brasileiros, tendo em vista que essas publicações são os guias mais freqüentes e imediatos do trabalho dos professores. Torna-se, a nosso ver, imprescindível que se conheçam e se analisem essas críticas; como referências sobre esse tema, indicamos ainda Brolezzi (1991) e Vianna (1995), cujos trabalhos podem fundamentar leituras

atentas dos livros-texto e dos escritos coadjuvantes indispensáveis de serem feitas pelos docentes.

A necessidade de produção de uma literatura compreensível, acessível e disponível aos professores e alunos é apontada também por Tzanakis, Arcavi et al. (2000) e Miguel (1997). Este último afirma que, conquanto legítimo, o argumento da natureza inadequada de boa parte dos textos, menos do que constituir um entrave às iniciativas de incorporar a história à educação matemática, deve estimular as investigações que indiquem caminhos adequados para a produção de tais materiais. Miguel acrescenta que histórias da matemática pedagogicamente úteis precisam ser escritas sob o ponto de vista do educador matemático e nessa perspectiva, *“tentariam e tenderiam a privilegiar certos temas e não outros, determinados problemas e métodos e não outros, a enfatizar a reconstituição, não apenas dos resultados matemáticos, mas sobretudo dos contextos epistemológico, psicológico, sócio-político e cultural nos quais esses resultados se produziram, contribuindo, desse modo, para a explicitação das relações que a matemática estabelece com a sociedade em geral e com as diversas atividades teóricas específicas e práticas produtivas setorizadas”* (Miguel, 1997, p. 102).

Devemos incluir também, dentre as dificuldades e necessidades de uma incorporação proveitosa da história da matemática à educação matemática, especialmente no Ensino Básico do Brasil, as referentes à formação dos professores. Conforme mostra Silva (2001), a presença da história nos currículos das licenciaturas brasileiras ainda é tímida. Certamente não decorre dessa mera presença uma integração adequada do componente histórico à prática pedagógica dos professores. As lacunas relativas à preparação histórica na formação dos professores são apontadas também no contexto internacional, e recomendam-se investimentos na formação contínua dos docentes presentemente em atuação nas escolas (Fauvel & van Maanen, 2000).

A essas considerações sobre a natureza da literatura, as abordagens históricas insuficientes ou inadequadas e a preparação dos professores em relação à história da matemática de modo a que dela possam de fato fazer um uso que resulte em uma melhoria da qualidade da educação matemática, queremos

acrescentar ainda uma idéia que não nos parece vir merecendo o mesmo destaque que a da necessidade da formação inicial e contínua dos professores quanto à história da matemática como campo científico. Trata-se de ressaltar a necessidade dessa mesma preparação no que se refere à história da educação matemática, pois parece-nos que conhecer as idéias, as tendências, os materiais, ou, em síntese, na expressão de Fiorentini (1995), os “*modos de ver e conceber o ensino da matemática*” ao longo do tempo, e particularmente no Brasil pode contribuir efetivamente para uma reflexão mais profunda do educador matemático sobre sua prática para, conseqüentemente, desenvolvê-la de forma mais consciente e melhor.

Concluindo, queremos enfatizar que, não tendo dúvidas quanto às vantagens que podem decorrer da opção pela participação da história na educação matemática, pensamos que aperfeiçoamentos e melhores realizações sobre ela demandarão muitos esforços e trabalhos de investigação nos quais será essencial a associação entre pesquisadores acadêmicos e professores.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Matemática*. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BROLEZZI, Antonio Carlos. *A Arte de Contar: Uma Introdução ao Estudo do Valor Didático da História da Matemática*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1991. (Dissertação, Mestrado em Educação).

CLARIAUT, Alexis-Claude. *Elementos de Geometria*. Tradução de José Feliciano. São Paulo: Bibliópola, 1892.

FAUVEL, John & van Maanen, Jan (Eds.) *History in Mathematics Education. The ICMI Study*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Press, 2000.

FIORENTINI, Dario. Alguns modos de ver e conceber o ensino da matemática no Brasil. *Zetetiké*, Campinas, n. 4, p. 1-37, 1995.

- MIGUEL, Antonio. As potencialidades pedagógicas da história da matemática em questão: argumentos reforçadores e questionadores. *Zetetiké*, Campinas, v. 5, n. 8, p. 73-105, 1997.
- MIGUEL, Antonio & Miorim, Maria Ângela. História da Matemática: uma prática social de investigação em construção. *Educação em Revista*, Belo Horizonte, n. 36, p. 177-203, 2002.
- MIORIM, Maria Ângela. *Introdução à História da Educação Matemática*. São Paulo: Atual, 1998.
- PITOMBEIRA, João Bosco. Os Elementos de Euclides. *Caderno da RPM*. São Paulo, v. 5, 1994.
- SCHUBRING, Gert. *Análise histórica de livros de matemática: notas de aula*. Tradução de Maria Laura Magalhães Gomes. Campinas: Autores Associados, 2003.
- SILVA, Circe Mary. A história da matemática e os cursos de formação de professores. In: Cury, Helena Noronha. *Formação de professores de matemática: uma visão multifacetada*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2001.
- TZANAKIS, Constantinos; Arcavi, Abraham et al. Integrating history of mathematics in the classroom: an analytic survey. In: Fauvel, John & van Maanen, Jan (Eds.) *History in Mathematics Education. The ICMI Study*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Press, 2000.
- VIANNA, Carlos Roberto. *Matemática e História: Algumas Relações e Implicações Pedagógicas*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1995. (Dissertação, Mestrado em Educação).

MR6 HISTÓRIA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

HISTÓRIA NA FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA

Romélio Mara Alves Souto*

As relações entre História e Educação Matemática constituem, nos dias de hoje, um tema caro aos educadores preocupados com as questões do ensinar e do aprender matemática. A visibilidade do tema nos mais importantes congressos e seminários, tanto nacionais quanto internacionais, e a crescente produção acadêmico-científica nessa área, especialmente no Brasil, indicam a necessidade e pertinência de abordá-lo uma vez mais.

As possíveis relações da História com a Educação Matemática vêm se configurando, não há pouco tempo, como um fecundo campo de investigações, destacando-se dentre as diversas tendências da Educação Matemática. A História da Educação Matemática, a História da Matemática na formação do matemático e do professor de Matemática e a utilização da História da Matemática como recurso didático apresentam-se, atualmente, como as principais frentes de atuação nesse campo. Dada a amplitude do assunto, buscaremos focar, nessa oportunidade, as questões relativas à participação da História na formação do professor de Matemática, considerando que esse tema vem sendo, com intensidade cada vez maior, alvo de interesse e preocupação de matemáticos e educadores matemáticos em muitos países.

Tentaremos, aqui, aprofundar um debate iniciado por ocasião da XI Conferência Interamericana de Educação Matemática, realizada na cidade de Blumenau, no período de 13 a 17 de julho de 2003. Naquele evento, tivemos oportunidade de

* Professora da Universidade Federal de São João del-Rei/MG e doutoranda do Programa de Pós-graduação em Educação Matemática da UNESP-Rio Claro, linha de pesquisa em História da Matemática e/ou suas relações com a Educação Matemática, sob a orientação do Prof. Dr. Sergio R. Nobre.

iniciar uma discussão sobre História e formação de professores de Matemática, no Grupo de Trabalho sobre História e Filosofia da Matemática e da Educação Matemática, coordenado pelos Professores Sergio Nobre (UNESP-Rio Claro) e Angel Ruiz (Un. De Costa Rica – Costa Rica). Dividiremos nossa abordagem em dois momentos. No primeiro, trataremos de um estudo realizado por um grupo de pesquisadores provenientes de várias partes do mundo acerca da História na Educação Matemática através do qual poderemos vislumbrar algumas perspectivas sobre a inserção de componentes históricos na sala de aula de Matemática. A seguir, tomaremos algumas das orientações contidas nas Diretrizes e nos Parâmetros Curriculares Nacionais, para o ensino fundamental e médio, a fim de levantar a discussão sobre algumas das dificuldades que permeiam as questões relativas à História e formação do professor de Matemática em nosso país.

I – Sobre o ICMI Study

Para falar das relações entre História e Educação Matemática é preciso mencionar uma importante publicação do ICMI (International Commission on Mathematical Instruction) – “History in Mathematics Education” – o ICMI Study, editado por Fauvel e Maanen (2000). Trata-se de um trabalho realizado por Educadores Matemáticos de vários países e que organiza as diversas contribuições da História da Matemática para o ensino, sob pontos de vista de caráter filosófico, interdisciplinar e cultural. Diferentes aspectos da Educação Matemática são contemplados no texto: interações na sala de aula, formação de professores, experiências profissionais, textos históricos para fins didáticos, fundamentos epistemológicos para inserções históricas, o papel da História da Matemática nos currículos nacionais e perspectivas de pesquisas. Um extenso capítulo, organizado por Gert Schubring (com a colaboração de Torkil Heiede, Sergio Nobre, João Pitombeira, David Lingard entre outros), é dedicado à ‘História da Matemática na formação de professores’, e apresenta um levantamento e uma avaliação desse campo de estudos em vários países. Segundo os autores, o panorama ali apresentado pode servir de referência para professores, pesquisadores e profissionais envolvidos com o desenvolvimento de currículos; indicar linhas para futuras atividades de pesquisa e fornecer orientações e informações sobre as relações entre História e Educação Matemática para aqueles que implementam políticas educacionais (Fauvel, 2000, p. xvi).

De acordo com o ICMI Study, a inclusão de componentes históricos na formação de professores nas últimas décadas tem sido empreendida com variados propósitos, quais sejam:

- levar aos professores conhecimento sobre o passado da Matemática, o que tem sido feito pelo ensino direto da História da Matemática;
- melhorar a compreensão dos professores acerca da Matemática que vão ensinar, o que implica no tratamento das funções metodológica e epistemológica da História da Matemática;
- instrumentalizar os professores com métodos e técnicas de incorporação de materiais históricos em suas aulas, o que tem levado a reflexões sobre a utilização da História na sala de aula;
- melhorar a compreensão dos professores sobre a evolução de sua profissão e de questões relacionadas ao currículo, o que remete à história da Educação Matemática.

Da leitura desse documento, entretanto, depreende-se que, apesar dos propósitos afirmados, o componente histórico na formação do professor de Matemática, com raras exceções, tem se restringido ao oferecimento da disciplina História da Matemática. Ainda são esparsas as iniciativas que assumem contornos mais amplos e experimentam outras vivências no processo de formação do professor.

Ainda no capítulo que trata da História da Matemática para a formação de professores, o Estudo faz uma retrospectiva, através de um panorama internacional, apresentando uma extensa lista de exemplos sobre práticas de inserções históricas na formação inicial e continuada de professores de matemática e propondo alguns questionamentos sobre essas práticas.

1) Retrospectiva sobre a História na formação do professor:

De acordo com os autores do ICMI Study, a importância do componente histórico na formação do professor de Matemática tem sido reconhecida por historiadores da Matemática e por educadores matemáticos e tem atingido a comunidade matemática há algum tempo. Em 1904 o III Congresso Internacional de Matemática, em

Heidelberg, aprovou uma moção, proposta por matemáticos, historiadores da matemática e educadores matemáticos, recomendando a introdução de componentes históricos na formação de professores. O efeito dessa moção se fez sentir, nos anos seguintes, pela tendência de introduzir a História da Matemática na formação de professores. No início dos anos 60, o professor e historiador da matemática, holandês, Eduard Jan Dijksterhuis publicou, um estudo do ICMI, precedente a este – contribuição holandesa de 1962 para o ICMI Study sobre o estado da formação de professores. Nesse trabalho, Dijksterhuis expressou sua convicção de que a história da matemática não é um componente essencial na formação do matemático. Por outro lado, ele propunha o componente histórico como essencial na formação do professor de matemática. Sua afirmação se baseava, exclusivamente, no valor da História da Matemática na sala de aula do futuro professor não fazendo nenhuma referência ao uso da história na aquisição do conhecimento do próprio professor. O ponto de vista de Dijksterhuis, de que a História não é essencial na formação geral do matemático permanece, ainda hoje, bastante difundido.

2) Panorama internacional

O ICMI Study procura mostrar, nesse item, um quadro representativo do estado atual do ensino de História da Matemática para futuros professores em vários países. Pode-se perceber como as perspectivas sobre a História da Matemática na formação de professores têm passado por profundas mudanças ao longo dos anos. Atualmente, a História tem se constituído num importante recurso, nos ambientes educacionais, para lidar com pontos de vista centrados no padrão ocidental, particularmente o grego, e permitindo uma abordagem que contempla outras culturas e as contribuições de outros povos. Especialmente em países que estiveram sob poder colonial ou onde o racismo é bem acirrado, essa perspectiva multicultural, via História da Matemática, tem sido de grande importância. A História tem servido, também, como um caminho para tornar a Matemática um assunto mais humano e mais próximo das atividades cotidianas, aplicando-se assim a subgrupos, minorias ou populações excluídas do ensino superior.

O Study analisa a situação da História da Matemática na formação de professores em vários países. Destacaremos, no momento, as conclusões referentes ao Brasil, onde historiadores da Matemática se estabeleceram como professores universitários nos anos recentes. Embora sejam oferecidos cursos em várias universidades para professores, ainda não há *status* oficial para a História da Matemática na formação do professor, e a História tem sido, com frequência, implementada em conexão com a Educação Matemática. Há, no entanto, uma considerável comunidade de professores de Matemática envolvidos com Educação Matemática e a História da Matemática, o que tem fomentado iniciativas de inserções de componentes históricos na formação de professores e na introdução da História na sala de aula. Esse movimento é particularmente reforçado pela Etnomatemática, cuja dimensão histórica reside em sua ênfase sobre as raízes históricas próprias de cada cultura.

II) História da Matemática nas DCN's e nos PCN's

No Brasil, a participação da História da Matemática na formação do professor não tem acontecido de forma muito diferente de outros países. Como já foi mencionado, em algumas universidades o curso de História da Matemática é oferecido, geralmente, em conexão com a Educação Matemática. No entanto, a importância das abordagens históricas na formação tanto inicial quanto continuada de professores de Matemática, já reconhecida por historiadores da Matemática e por educadores matemáticos, oficializou-se nos documentos que fornecem parâmetros e diretrizes para a educação em variados níveis e modalidades de ensino. Nesses documentos, que são decorrentes da reforma do ensino, preconizada pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN - Lei 9394/96), percebe-se o incentivo para a construção de uma nova cultura escolar, com vistas à educação para a cidadania. No que tange ao ensino da Matemática, verifica-se, nos mesmos documentos, um considerável aumento da importância atribuída à História.

Nos parágrafos seguintes, apresentamos alguns exemplos mostrando que há, em todos os documentos reguladores da educação básica, um insistente chamado pela participação da História da Matemática no ensino.

Ao delimitar os objetivos da área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) enfatizam a compreensão das “ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade” (Parecer CEB no. 15/98). A partir daí, podemos encontrar muitas sugestões, em vários outros documentos, no sentido de buscar um tratamento historicamente contextualizado para os conteúdos de Matemática, em níveis variados de ensino.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) fazem nova alusão à historicidade da matemática ao tratar dos pressupostos básicos na seleção de temas para compor o currículo de matemática das escolas:

“O critério central é o da contextualização e da interdisciplinaridade, ou seja, é o potencial de um tema permitir conexões entre os diversos conceitos matemáticos e entre diferentes formas de pensamento matemático, ou, ainda, a relevância cultural do tema, tanto no que diz respeito às suas aplicações dentro ou fora da Matemática, como à sua importância histórica no desenvolvimento da própria ciência. (...) O currículo do Ensino Médio deve garantir também espaço para que os alunos possam estender e aprofundar seus conhecimentos sobre números e álgebra, mas não isoladamente de outros conceitos, nem em separado dos problemas e da perspectiva sócio-histórica que está na origem desses temas.”(PCNEM, 1998, p. 42)

Já nos Parâmetros Curriculares Nacionais para os Terceiro e Quarto Ciclos do Ensino Fundamental, área de Matemática, as referências são mais explícitas destacando a importância da História da Matemática ao discutir caminhos para fazer educação com a Matemática:

“conceitos abordados em conexão com sua história constituem veículos de informação cultural, sociológica e antropológica de grande valor formativo. A História da Matemática é, nesse sentido, um instrumento de resgate da

própria identidade cultural. (...) Em muitas situações, o recurso à História da Matemática pode esclarecer idéias matemáticas que estão sendo construídas pelos alunos, especialmente para dar respostas a alguns 'porquês' e, desse modo, contribuir para a constituição de um olhar mais crítico sobre os objetos de conhecimento. Assim, a própria história dos conceitos pode sugerir caminhos de abordagem deles, bem como os objetivos que se pretendem alcançar com eles.” (PCNEF, 1998, p. 42-43)

No tratamento dos temas transversais¹, e de forma mais específica no tema 'Pluralidade Cultural, a História da Matemática é, mais uma vez, apontada como um dos caminhos possíveis para fazer a articulação dos conteúdos matemáticos:

“Pela análise da história da produção do conhecimento matemático os alunos verificarão também as contribuições significativas de culturas que não tiveram hegemonia política. No estudo comparativo dos sistemas de numeração, por exemplo, poderão constatar a supremacia do sistema indo-arábico e concluir que a demora de sua adoção pelos europeus deveu-se, também, ao preconceito contra os povos de tez mais escura e não-cristãos. Outros exemplos poderão ser encontrados ao se pesquisar a produção do conhecimento matemático em culturas como a chinesa, a maia e a romana. Desse modo, é possível visualizar melhor a dimensão da História da Matemática no currículo da escola fundamental como um campo de problemas para construção e evolução dos conceitos e como um elemento de integração da Matemática com o tema Pluralidade Cultural. Conhecer os obstáculos enfrentados pelo homem na produção e sistematização desse conhecimento também pode levar o professor a uma melhor compreensão e aceitação das dificuldades enfrentadas pelos alunos e pensar em estratégias mais adequadas para favorecer a aprendizagem de conceitos e procedimentos matemáticos. (...)

¹ Trata-se de questões de urgência social que, numa perspectiva de transversalidade, devem ser abordados em diferentes contextos de aprendizagem das várias áreas e, também, tratadas no convívio escolar. São seis os temas transversais: ética, saúde, meio-ambiente, trabalho e consumo, pluralidade cultural e orientação sexual.

Assim, tanto a História da Matemática como os estudos da Etnomatemática são importantes para explicitar a dinâmica da produção desse conhecimento, histórica e socialmente.” (PCNEF, 1998, p. 33)

III) Dificuldades para implementação de abordagens históricas na sala de aula de Matemática

De posse do levantamento feito no ICMI Study e considerando os apelos pelas inserções da História da Matemática no ensino presentes nos documentos que orientam a educação básica em nosso país, gostaríamos de destacar, agora, algumas dificuldades que surgem nas tentativas de efetivar as abordagens históricas e que nos remetem para a questão da formação do professor de matemática.

Um evidente obstáculo para o efetivo uso da História da Matemática na sala de aula, no nível básico, é o deficiente conhecimento histórico dos professores. Esse fato sugere que o professor, em sua formação, não tem tido a História da Matemática sequer como disciplina curricular. Não podemos, pois, esperar que ele tenha passado por outro tipo de experiência envolvendo História e Educação Matemática. Esta seria, então, a primeira dificuldade a ser enfrentada: levar a História da Matemática a uma participação mais efetiva na formação do professor. Isso nos remete a uma outra dificuldade: a competência em História da Matemática dos formadores de professores. Ainda é pequeno o grupo de especialistas em História da Matemática e muitos professores das licenciaturas estão, agora, em fase de formação, à maneira auto-didata, para o trabalho com História da Matemática. Sabemos que em muitas universidades a História da Matemática não participa de forma mais incisiva na formação de professores por falta de profissionais disponíveis para executar essa tarefa. Para integrar componentes históricos de forma mais satisfatória é preciso aumentar a quantidade de especialistas em ensino de História da Matemática bem como o desenvolvimento de materiais mais bem adaptados para o ensino.

Num contexto de formação em História da Matemática é desejável, senão necessário, algum conhecimento da ciência histórica além de algum conhecimento

sobre a evolução das idéias filosóficas e epistemológicas, em estreita relação com a evolução das idéias matemáticas. Como os próprios organizadores do ICMI Study reconhecem, isso nem sempre é viável para os historiadores da Matemática, o que torna necessário estabelecer um esquema de cooperação, nas universidades, com historiadores e filósofos. Com o modelo de universidade que fazemos no Brasil, pode-se compreender, facilmente, que isso representa uma grande dificuldade às iniciativas de abordagens históricas mais diversificadas e mais influentes na formação do professor.

Outra questão precisa ser considerada sobre os enfoques históricos na formação de professores: são escassas as evidências sobre possíveis reflexos da formação histórica na prática pedagógica desses professores. É desejável, por inúmeras outras razões, mas especificamente em favor do avanço qualitativo nas relações entre História e Educação Matemática, que haja um estreitamento das relações entre o formador de professores e seus ex-alunos, quando estes estiverem atuando nas escolas de educação básica. Isso permitiria um maior intercâmbio que poderia facilitar, de um lado, a crítica de visões pouco realistas sobre o uso da História na sala de aula e, de outro, um maior alcance das pesquisas sobre as relações entre História e Educação Matemática que atingiriam a prática pedagógica que se desenvolve no cotidiano das escolas.

Finalmente, gostaríamos de destacar o problema que se coloca quando se trata de respaldar o trabalho acadêmico sobre inserções históricas na sala de aula de Matemática. Reconhecemos que os trabalhos produzidos nesse campo carecem de aprofundamento para que haja expansão de suas aplicações e efetiva participação na prática pedagógica dos professores. É preciso elaborar tais questões do ponto de vista do aspecto pedagógico, para que as propostas possam ir além de abordagens muito gerais e dos discursos apressados que engendram tais abordagens. Reconhecemos, como o fazem NOBRE e BARONI (1999), num importante trabalho sobre a pesquisa em História da Matemática e suas relações com a Educação Matemática, que as abordagens históricas carecem, ainda, de um suporte teórico sólido para o seu desenvolvimento. As possibilidades didáticas da História da Matemática precisam ser mais bem compreendidas para serem explicitadas com maior clareza. Há que se empreender esforços na busca de justificativas teóricas

capazes de convencer o futuro professor sobre a função da História da Matemática no processo ensino-aprendizagem. Sobre esse suporte, a inserção da História na Educação Matemática poderá, certamente, ser feita de forma mais efetiva e justificada.

Referências Bibliográficas

- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática*. Brasília: MEC/SEF,1998.
- _____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC/SEMT,1999.
- _____. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília: Congresso Nacional, 1996.
- _____. Conselho Nacional de Educação – Câmara de Educação Básica. *Resolução CEB no. 03/98: Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/CNE,1998.
- _____. Conselho Nacional de Educação –Conselho Pleno. *Resolução CNE/CP no.01/2002: Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica,*
em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Brasília: MEC/CNE,2002.
- FAUVEL,J.; MAANEN, J. *History in Mathematics Education – The ICMI Study*. Hamburgo: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- MELLO, G. N. *Parecer CEB no. 15/98: Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Brasília: MEC/CNE-CEB,1998.
- TEIXEIRA, R. F. A. *Parecer CNE/CP no. 009/2001: Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena*. Brasília: MEC/CNE-CP, 2001.
- NOBRE, S; BARONI, R. L. S. *A pesquisa em História da Matemática e suas relações com a Educação Matemática*. In: BICUDO, M. A. V. (Org.) *Pesquisa em educação matemática: concepção e perspectivas*. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

MR6 HISTÓRIA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

HISTÓRIA DA MATEMÁTICA: CONSIDERAÇÕES NO CAMPO EDUCACIONAL

Elenice de Souza Lodron Zuin¹

As práticas educativas se fundam na cultura, em estilos de aprendizagem e nas tradições e a história compreende o registro desses fundamentos. Portanto, é praticamente impossível discutir educação sem recorrer a esses registros e a interpretações dos mesmos. Isso é igualmente verdade ao se fazer o ensino das várias disciplinas. Em especial da Matemática, cujas raízes se confundem com a história da humanidade. (Ubiratan D'Ambrosio).

Para colaborar com as discussões do tema desta mesa redonda: História e Educação Matemática, optei por levantar alguns pontos, dentro da nossa realidade atual, fazendo algumas considerações sobre a importância e a utilização da História da Matemática, sob um ponto de vista educacional. Para tal, estarei considerando a concepção e estudos de alguns pesquisadores nacionais e estrangeiros, o destaque dado à História nos PCN de Matemática dedicados ao Ensino Fundamental e a sua inserção nos livros didáticos.

Introdução

Por que estudar a História da Matemática?

Por que fazer abordagens históricas nas aulas de Matemática?

¹ Professora do Departamento de Matemática e Estatística e do curso de Especialização em Educação Matemática da PUC Minas – Chefe do Departamento de Ciências Exatas da FEAMIG – Mestre em Educação pela FAE/UFMG – Sócia fundadora da Sociedade Brasileira de História da Matemática. – Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Educação Matemática pela PUC SP.

Estas são perguntas frequentes entre os docentes. Em um levantamento, realizado por mim, com 50 professores que iniciavam o curso de Especialização em Educação Matemática na PUC Minas, constatei que 80% não havia cursado a disciplina História da Matemática na licenciatura. Além disso, na opinião de 85% desses docentes, a História da Matemática não passava de um modismo, como tantos outros na área da Educação. Estes mesmos professores nunca se interessaram por utilizar algum paradidático de Matemática que tivesse um viés pela história. Eles também desconheciam muitos fatos ligados a História da Matemática, tais como:

- já no início do século XX, a História da Matemática era considerada uma disciplina importante para a formação do professor de Matemática;
- nas décadas de 60 e 70 [do século XX] houve uma tendência pelo seu abandono, mas a partir dos anos 80, iniciou-se um movimento pela sua valorização.²
- em 1982, foi criada em Puebla, no México, a Sociedad Latinoamericana de Historia de la Ciencia y la Tecnología; em 1983, a Asociación Costarricense de Historia y Filosofía de la Ciencia, foi fundada, em Costa Rica.
- a existência do Grupo *History and Pedagogy of Mathematics* (HPM), do International Committee of Mathematics Instruction.
- a existência no Brasil, da Sociedade Nacional de História das Ciências e que, apenas, em março de 1999, foi criada a Sociedade Brasileira de História da Matemática.
- a ocorrência de diversos encontros científicos na área de História da Matemática, tendo a mesma um espaço próprio, se estabelecendo como uma das temáticas, em diversos congressos.
- o crescimento do número de pesquisadores nessa área, inclusive no Brasil.

Posteriormente, após o curso, concluíram que a História da Matemática, ao contrário do que supunham, não é mais um modismo, entre outros, a se impor e

² Miguel & Brito, 1996.

que além de ser um campo de pesquisa, há uma mobilização pela sua utilização na sala de aula.

Mas por que utilizar-se da história? Ninguém melhor do que Ubiratan D'Ambrosio para responder *para que* e *para quem* serve a História da Matemática:

“Para quê? Algumas das finalidades principais parecem-me:

- para situar a matemática como uma manifestação cultural de todos os povos em todos os tempos, como a linguagem, os costumes, os valores, as crenças e os hábitos, e como tal diversificada nas suas origens e na sua evolução;
- para mostrar que a matemática que se estuda nas escolas é uma das muitas formas de matemática desenvolvidas pela humanidade;
- para destacar que essa matemática teve sua origem nas culturas da Antiguidade mediterrânea e se desenvolveu ao longo da Idade Média e somente a partir do século XVII se organizou como um corpo de conhecimentos, com um estilo próprio;
- e desde então foi incorporada aos sistemas escolares das nações colonizadas e se tornou indispensável em todo o mundo em consequência do desenvolvimento científico, tecnológico e econômico.”

Para quem?

“Para alunos, professores pais e público em geral” (D'Ambrosio, 1996, p. 10)

Aqui o autor marca a sua posição como historiador e como educador matemático. A História da Matemática é, assim, um elemento de cultura geral. Muito diferente da concepção de alguns professores que supõe que a História da Matemática só

faz sentido, dentro da escola, nas aulas de Matemática, servindo apenas aos professores desta disciplina e a seus alunos. (Zuin, 2003).³

Para Eduardo Sebastiani Ferreira, existem autores que crêem que a História nas aulas de Matemática só levam a uma maior motivação, propondo “biografias de matemáticos e fatos anedóticos dos mesmos, quase sempre não verídicos.” No entanto, para ele, a História da Matemática tem um alcance muito maior por:

- motivar o aluno;
- permitir que o aluno passe pelas revoluções no método da matemática;
- *mostrar como a matemática foi construída pelo homem através dos tempos e como suas dificuldades foram sendo superadas, e ainda o são.*(Ferreira, 1997, p. 154).

É importante ressaltar que é no século XX que a História das Ciências se estabelece como uma disciplina autônoma nas academias. A partir do século XVII, teremos a publicação das “primeiras obras específicas sobre história da matemática” (Nobre, 2002, p.6). No entanto, antes dessa época, encontramos textos importantes que se referem à História da Matemática. Dentre os quais, podemos destacar:

- *Dez livros de arquitetura*, de Vitruvius (séc. I a.C.), no qual ele se refere a outros personagens relevantes para a Matemática nos séculos antecedentes;
- *Comentários sobre o primeiro livro dos Elementos de Euclides*, de Proclus (c. 420-485), onde faz referência à obra de Theophrastus, Eudemus e Geminus.⁴

Na História da Educação de Portugal, é importante ressaltar que nos Estatutos da Universidade Portuguesa do ano de 1772, é estabelecido para as "Lições do Primeiro Anno"; que se introduza a História das Ciências Matemáticas pelo professor de Geometria, "desde a origem da mathematica, até o Seculo de *Thales*,

³ Esta afirmação se baseia em uma investigação realizada com dez professores que afirmavam utilizar abordagens históricas em suas aulas, mas os mesmos não haviam cursado a disciplina História da Matemática. (Zuin, 2002).

⁴ Para mais detalhes ver: NOBRE, Sérgio. Introdução à História da Matemática: das origens ao século XVIII. *Revista Brasileira de História da Matemática*. v.2, n.3, p.343, abril/2002..

e *Pythagoras*: Deste até a fundação da *Escola Alexandrina*: Della até a *Era Cristã*: Desta até a destruição do *Imperio Grego*: Della até *Cartesio*: E de *Cartesio* até o presente tempo". Nas "Lições do Segundo Anno" o professor de Álgebra deveria mostrar "a sua origem, e progresso e fazendo hum Resumo da historia da mesma *Algebra* pelas Epocas mais notaveis della". Pode-se constatar o valor da História da Matemática no século XVIII. (Carvalho e Silva, 1997).

A História da Matemática integrava a "Proposta de Ajustamento dos Novos Programas de Matemática para o Ensino Secundário" em Portugal, elaborada em 1996. Apesar disso, verifica-se que a História da Matemática já estava presente nos programas de 1991. No Brasil, só teremos esta proposta efetivada nos PCN de Matemática para o 1º e 2º ciclos e para o 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental, em 1997 e 1998, respectivamente. No entanto, os PCN, apesar de oficiais, não são obrigatórios e, deste modo, verificamos que os docentes, muitas vezes, não se ocupam da história em suas aulas, por não terem formação na área ou por não acreditarem que a história possa colaborar para a melhoria do ensino/aprendizagem da Matemática.

A importância da abordagem histórica nas aulas de Matemática e a realidade atual

Swetz (1997) é direto em sua resposta à pergunta que ele mesmo formula: "Quer dar significado ao que ensina? Tente a História da Matemática".(p.21). Em diversos países, há uma preocupação que o professor de Matemática imprima uma historicidade às suas aulas, mas a realidade educacional tem-se mostrado outra. Para Angel Ruiz, Diretor do *Centro de Investigaciones Matemáticas y Meta-Matemáticas* da Universidade de Costa Rica,

"a história das ciências, depois de sua profissionalização com Sarton, passou a ocupar um lugar específico e um papel cada vez

mais significativo nas aproximações epistemológicas e educacionais em torno das ciências. Na América Latina diversas publicações e pesquisas em História das Ciências têm sido desenvolvidas, e estes estudos tendem a abrir um espaço cada vez mais importante nas universidades e instituições de pesquisa. Entretanto, há muito tempo, o uso da História da Matemática tem sido muito reduzido, inclusive em boa parte do ensino moderno da matemática, ela não aparece de forma alguma.”⁵

Ainda, segundo Ruiz, no que tange à formação dos professores de matemática, a História da Matemática, em geral, não faz parte do currículo, excetuando-se um ou outro curso. Isto também ocorre em nosso país, sendo confirmado, em um levantamento realizado por Circe Dinnikov em 1998.

O *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) e o *Mathematical Association of America* (MAA) têm focado a importância de se abordar a História da Matemática em sala de aula. Outros pesquisadores da área se posicionam quanto à inserção da história nas aulas de matemática.

Mariano Martins Pérez afirma que, em relação à história da matemática, há “um grande interesse, e que cresce rapidamente, por conectar com a história e explorar suas aplicações possíveis para melhorar o ensino da matemática...”⁶ Por sua vez, Garner (1996) lembra que o estudo da História de Matemática requer um entendimento da própria matemática.

Para Fossa (2001), no campo específico da Educação Matemática, o modo como se apreende a matemática se interliga como a maneira em que se compreende a sua história, e esta contextualiza o seu ensino.

⁵ RUIZ, Angel. Las posibilidades de la historia en la educacion Matemática: una visión filosófica. In: *Boletín Informativo*. Comité Interamericano de Educación Matemática (Tradução da autora deste artigo).

⁶ Pérez apud Carvalho e Silva, 1997. p.165.

Mendes (2001a) concebe que a (re)construção histórica do conhecimento matemático

“pode ter significativas implicações pedagógicas no ensino aprendizagem da matemática escolar desde que tais informações sejam usadas como instrumentos provocadores na construção da matemática escolar dos estudantes. Tais implicações poderão ser bem utilizadas em sala de aula se forem conduzidas de forma investigativa, problematizadora e portanto construtiva de modo a fazer com que os estudantes vivenciem a produção do conhecimento escolar a partir das informações históricas sobre o assunto estudado.” (Mendes, 2001a, p.228)

A utilização da história como fonte de confecção de atividades já havia sido proposta por Fossa em 1998. Para este autor é importante a utilização de materiais concretos (incluindo jogos) “num contexto de redescoberta. As atividades podem ganhar ainda mais interesse quando são baseadas na História da Matemática porque, entre outras razões, o elemento histórico ajuda a garantir uma estrutura que ressalta a inter-relação de vários conceitos matemáticos e, assim, provoca a curiosidade do aluno sobre tópicos não triviais, enquanto confere uma unidade a um conjunto de atividades aparentemente desconexas”.⁷

As possibilidades pedagógicas das abordagens históricas estão claras e são defendidas por diversos educadores. Mas, como fica a situação do professor que não teve nenhum contato com a História da Matemática? D'Ambrosio (1996) acredita que:

⁷ FOSSA, John Andrew. Prefácio do livro de MENDES, Iran Abreu. O uso da História no ensino matemática. Belém, PR: EDUEPA, 2001.

“não é necessário que o professor seja um especialista para introduzir História da Matemática em seus cursos. Se em algum tema o professor tem uma informação ou sabe de uma curiosidade histórica, deve compartilhar com os alunos. Se sobre outro tema ele não tem o que falar, não importa. Não é necessário desenvolver um currículo, linear e organizado, de História da Matemática. Basta colocar aqui e ali algumas reflexões. Isto pode gerar muito interesse nas aulas de Matemática. E isso pode ser feito sem que o professor tenha se especializado em História da Matemática.” (p.13)

Entretanto, deixa claro que seria melhor se o professor tivesse alguma formação em História da Matemática, podendo fazer um estudo mais sistemático e, para isso, seria apropriado procurar uma formação mais especializada.

Dentro da realidade atual das licenciaturas no Brasil, concordo com D'Ambrosio, porém entendo que

“A História da Matemática é uma disciplina imprescindível para a formação dos futuros professores, uma vez que é um recurso decisivo no ensino de Matemática, ao se enfocar a evolução das idéias, o desenvolvimento dos conceitos, ao se mostrar que a matemática é o resultado de múltiplas colaborações e que este conhecimento foi sendo, paulatinamente, produzido, modificado, reconstruído.” (Zuin, 1999, p.277)

Gostaria de acrescentar que a História da Matemática é importante não só para a formação inicial como a formação continuada dos professores em serviço. As propostas dos PCN de Matemática, que indicam a história como um dos recursos para o ensino/aprendizagem da Matemática, só darão frutos, de uma forma mais efetiva, se os docentes tiverem a possibilidade de participar de cursos de História

de Matemática, ou de especializações em que esta disciplina integre o currículo. E para os professores que não podem ter o contato com a História da Matemática através de algum curso? Recorremos, mais uma vez, a D'Ambrosio (1998) para responder a esta questão. Para ele, aqueles professores que não podem fazer um curso específico de História da Matemática ou uma especialização “essa formação pode ser obtida assistindo a congressos, encontros, seminários e palestras e alguns vídeos que já são disponíveis no Brasil. E naturalmente lendo os livros e revistas que começam a ser publicados no Brasil.” Algumas editoras têm publicadas coleções de paradidáticos em que a história comparece, às vezes de maneira muito superficial. Mas se constituem em uma inserção à história na sala de aula, contendo, algumas vezes, propostas de atividades. Cabe ao professor enriquecer o assunto tratado pesquisando outras fontes. Os livros didáticos também auxiliam nesta prática. No entanto, é preciso ter clareza do papel metodológico da história; Schubring (1997) indica que se faz necessário uma reflexão sobre “a própria concepção de história e, em particular, a concepção de desenvolvimento da matemática como ciência” (p.158). Os autores necessitam integrar a história de uma forma significativa contemplando a aprendizagem da matemática através de um viés histórico.

A História da Matemática nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática

Considero que, para discorrer sobre este tópico, é mais apropriado iniciar pela transcrição de determinados trechos que se referem à História da Matemática nos PCN de Matemática, dedicados ao 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental, para que possamos emitir o nosso parecer sobre o mesmo.

"Pluralidade Cultural

A construção e a utilização do conhecimento matemático não são feitas apenas por matemáticos, cientistas ou engenheiros, mas, de formas diferenciadas, por todos os grupos socioculturais, que desenvolvem e utilizam habilidades para contar, localizar, medir, desenhar, representar, jogar e explicar, em função de suas necessidades e interesses.

Valorizar esse saber matemático cultural e aproximá-lo do saber escolar em que o aluno está inserido, é de fundamental importância para o processo de ensino e aprendizagem.

Por outro lado, ao dar importância a esse saber, a escola contribui para a superação do preconceito de que a Matemática é um conhecimento construído exclusivamente por determinados grupos sociais ou sociedades mais desenvolvidas. Pela análise da história da produção do conhecimento matemático os alunos verificarão também as contribuições significativas de culturas que não tiveram hegemonia política. No estudo comparativo dos sistemas de numeração, por exemplo, poderão constatar a supremacia do sistema indo-árábico e concluir que a demora de sua adoção pelos europeus deveu-se também ao preconceito contra os povos de tez mais escura e não-cristãos. Outros exemplos poderão ser encontrados ao se pesquisar a produção do conhecimento matemático em culturas como a chinesa, a maia e a romana.

Desse modo, é possível visualizar melhor a dimensão da História da Matemática no currículo da escola fundamental como um campo de problemas para construção e evolução dos conceitos e como um elemento de integração da Matemática com o tema Pluralidade Cultural. Conhecer os obstáculos enfrentados pelo homem na produção e sistematização desse conhecimento também pode levar o professor a uma melhor compreensão e aceitação das dificuldades enfrentadas pelos alunos e pensar em estratégias mais adequadas

para favorecer a aprendizagem de conceitos e procedimentos matemáticos.

[...]

A própria História da Matemática mostra que ela foi construída como resposta a perguntas provenientes de diferentes origens e contextos, motivadas por problemas de ordem prática (divisão de terras, cálculo de créditos), por problemas vinculados a outras ciências (Física, Astronomia), bem como por problemas relacionados a investigações internas à própria Matemática.

[...]

Alguns caminhos para "fazer Matemática" na sala de aula

É consensual a idéia de que não existe um caminho que possa ser identificado como único e melhor para o ensino de qualquer disciplina, em particular, da Matemática. No entanto, conhecer diversas possibilidades de trabalho em sala de aula é fundamental para que o professor construa sua prática. Dentre elas, destacam-se a História da Matemática, as tecnologias da comunicação e os jogos como recursos que podem fornecer os contextos dos problemas, como também os instrumentos para a construção das estratégias de resolução."⁸

"O RECURSO À HISTÓRIA DA MATEMÁTICA

A História da Matemática pode oferecer uma importante contribuição ao processo de ensino e aprendizagem dessa área do conhecimento. Ao revelar a Matemática como uma criação humana, ao mostrar necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, ao estabelecer comparações entre os conceitos e processos matemáticos do passado e do presente, o professor cria condições para que o aluno desenvolva atitudes e

⁸ Grifos nossos.

valores mais favoráveis diante desse conhecimento. Além disso, conceitos abordados em conexão com sua história constituem veículos de informação cultural, sociológica e antropológica de grande valor formativo. A História da Matemática é, nesse sentido, um instrumento de resgate da própria identidade cultural.

Ao verificar o alto nível de abstração matemática de algumas culturas antigas, o aluno poderá compreender que o avanço tecnológico de hoje não seria possível sem a herança cultural de gerações passadas. Desse modo, será possível entender as razões que levam alguns povos a respeitar e conviver com práticas antigas de calcular, como o uso do ábaco, ao lado dos computadores de última geração.

Em muitas situações, o recurso à História da Matemática pode esclarecer idéias matemáticas que estão sendo construídas pelo aluno, especialmente para dar respostas a alguns "porquês" e, desse modo, contribuir para a constituição de um olhar mais crítico sobre os objetos de conhecimento.

Assim, a própria história dos conceitos pode sugerir caminhos de abordagem deles, bem como os objetivos que se pretendem alcançar com eles. Por exemplo, isso fica evidente quando se percebe que a ampliação dos campos numéricos historicamente está associada à resolução de situações-problema que envolvem medidas.

Entretanto, essa abordagem não deve ser entendida simplesmente que o professor deva situar no tempo e no espaço cada item do programa de Matemática ou contar sempre em suas aulas trechos da história da Matemática, mas que a encare como um recurso didático com muitas possibilidades para desenvolver diversos conceitos, sem reduzi-la a fatos, datas e nomes a serem memorizados." (BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares

Nacionais: Matemática – 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998).⁹

Apesar de estar de acordo com as idéias apresentadas nos trechos destacados, não posso me eximir de fazer uma crítica aos PCN de Matemática, referentes à todos os ciclos do Ensino Fundamental, em relação a este aspecto em particular. Primeiramente, como vimos, o texto que se refere ao recurso à História da Matemática se resume a poucos parágrafos. Neste e nos precedentes, quando se enfatiza a história, não existe uma bibliografia para o professor, nem sugestões práticas de como levar a história para a sala de aula. Observamos que o mesmo ocorre no volume dedicado ao 1º e 2º ciclos do Ensino Fundamental.

Quero deixar claro que não defendo que sejam dadas “fórmulas” ou “receitas” para se utilizar abordagens históricas, mesmo porque a prática na sala de aula difere de uma turma para outra. No entanto, entendo que os PCN deveriam se preocupar com um direcionamento para os docentes. O fato de a maioria dos professores em formação ou em serviço não terem informações sobre a História da Matemática nos permite inferir que, os poucos parágrafos dedicados à utilização da mesma como um recurso, além de umas poucas menções na parte introdutória dos PCN, não possibilitam que os professores apreendam a sua relevância e nem que procurem utilizá-la em sua prática escolar.

A História da Matemática nos livros didáticos

Ao avaliar um livro didático e ao optar por utilizar abordagens históricas é necessário que o professor faça uma reflexão a respeito da concepção de D’Ambrósio *sobre para quem e para que* serve a História da Matemática, pois

⁹ Em relação a estes parágrafos destacados dos PCN de Matemática para o 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental é necessário enfatizar que as diferenças entre estes e os que estão presentes nos PCN de Matemática para o 1º e 2º ciclos são mínimas.

esta, muitas vezes, é utilizada indevidamente. Para argumentar a este respeito, temos Machado (1998) enfatizando que:

“os conteúdos de que tratam os programas escolares sejam apresentados aos alunos de modo a evidenciar seus vínculos com a realidade concreta, historicamente situada. Este recurso à História – não a história de povos, épocas ou personagens eventualmente interessante, mas à história do desenvolvimento das idéias, dos conceitos, do modo como o conhecimento foi produzido – é quase sempre suficiente para revelar uma continuidade essencial com relação ao significado dos temas tratados. (..) tal continuidade não significa apenas uma subordinação da Matemática escolar às exigências do dia-a-dia”. (p.73)

Apesar de que Machado parece considerar relevante a *história de povos, épocas ou personagens*, ao mesmo tempo a coloca em um segundo plano. Porém, considero que o professor deva estar atento, observando que a contextualização dos diversos assuntos dentro da História da Matemática é fundamental, para que se compreenda quais eram as necessidades e os conhecimentos de um determinado povo na época em que um determinado saber foi produzido. Podemos, deste modo, mostrar que a matemática evolui, não é estática, mas mutável. Muitas vezes, o modo como se “fazia” matemática em outros tempos é diferente dos métodos que são ensinados hoje nas escolas. No entanto, as técnicas de outros povos podem dar uma nova visão para o conteúdo estudado, mostrando que nem sempre a matemática é desenvolvida por gênios e que até mesmos os gênios se apóiam em descobertas anteriores.¹⁰

¹⁰ Temos a declaração explícita de Sir Isaac Newton: “Se eu consegui enxergar mais longe é porque eu me apoiei nos ombros de gigantes”, fazendo menção aos seus predecessores, os quais foram peças fundamentais para que ele pudesse chegar a muitas conclusões e formalizar as suas teorias. A forma mais corrente da célebre frase de Newton é “*If I have seen farther than others it is because I have stood on the shouldes of giants.*” (Tahan, 1987, p.141)

As abordagens históricas podem propiciar um melhor esclarecimento dos conceitos e teorias. Além disso, a possibilidade de se trabalhar interdisciplinarmente com a Geografia e a História Geral, ou outras disciplinas, vai ao encontro das propostas educacionais.

Como vimos, além do NCTM e a MAA valorizarem a utilização da História da Matemática pelos professores, em sala de aula, também destacam a necessidade de materiais que possam ser utilizados, envolvendo a história. Garner (1996) aponta que os livros de ensino de matemática nos Estados Unidos, na época da sua pesquisa, estavam incluindo informações sobre figuras históricas e acontecimentos históricos. Mas essas informações comparecem de tal forma, que ela toma o papel de ser opcional. Ou seja, o professor pode ou não fazer uso da informação que se apresenta no texto, já que a mesma não está integrada ao conteúdo e pode ser dispensada. Essa situação também é visível nos textos didáticos de Matemática em nosso país.

Quanto a abordagem histórica nos livros didáticos, no Brasil, Lopes (2000) indica que até o ano da sua pesquisa, entre os livros didáticos “apresentados para apreciação pelo MEC, somente três fizeram algumas referências históricas adequadas”. Atualmente existem projetos (Barcelos & Zuin, 2003; Costa & Zuin, 2003)¹¹, ainda em andamento, que já apontam resultados parciais, nos permitindo inferir que em relação a este ponto, as coleções de didáticos de Matemática não alcançaram um nível ideal. Mendes (2001b) comprovou igualmente que livros didáticos referentes ao tópico trigonometria, não colaboram para uma aprendizagem com bases históricas.¹² Essas pesquisas se concentram em livros de Matemática de todo o ensino básico (do primeiro ciclo do Ensino Fundamental ao terceiro ano do Ensino Médio). Muitos autores estão longe de atingir um nível

¹¹ Estes trabalhos estão entre as comunicações científicas apresentadas no III EMEM.

¹² Mendes (2001b) revela que “A utilização da história em alguns livros didáticos adotados (...) reduz-se, na maioria das vezes, a meras biografias de alguns matemáticos famosos e a algumas informações sobre o desenvolvimento cronológico da matemática abordada. Em nenhum momentos encontramos quaisquer dados históricos diretamente envolvidas na organização do conteúdo desses livros...”. (p.40).

razoável, de modo que possamos considerar que a abordagem histórica, introduzida por eles em seus livros, tenha um significado real para o ensino e a aprendizagem da Matemática.¹³

À guisa de considerações finais

Fazendo uma retrospectiva histórica no campo da Educação Matemática, constatamos um número crescente de diversos eventos, científicos ou não, e de publicações nas últimas décadas. Em relação à História da Matemática, também vem aumentando a sua valorização e a área tem conquistado um espaço relevante nos eventos. A SBEM nacional e as regionais, e a Sociedade Brasileira de História da Matemática comprovam isso.

Comungo com a opinião de Mendes (2001b) quando destaca que “a maioria das propostas oficiais de ensino, assim como os livros didáticos, têm a matemática como um conhecimento pré-concebido, sem nenhum contexto histórico que pressuponha sua reconstrução.” (p.32). Em relação à História da Matemática, defendo a necessidade de que os responsáveis pelas reformas educacionais e autores de livros didáticos tenham objetivos e propostas bem determinadas e melhor direcionadas, com indicações bibliográficas e propostas de atividades. Além disso, é mister que os docentes procurem utilizar a história com o propósito de que ela possa auxiliar na construção do conhecimento matemático.

BIBLIOGRAFIA E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARCELOS, Gabriela Faria & ZUIN, Elenice de Souza Lodron. A História da Matemática nos livros didáticos de Matemática para as quatro primeiras séries do Ensino Fundamental: algumas considerações. ENCONTRO

¹³ Consta dos Anais do III EMEM as comunicações de Barcelos & Zuin (2003) e de Costa & Zuin (2003).

MINEIRO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3, 2003, Belo Horizonte. Anais... (CD-Rom). Belo Horizonte: SBEM-MG, 2003.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática – 3º e 4º ciclos. Brasília: MEC/SEF, 1998.

Disponível em: <<http://www.sinepe-sc.org.br>>. Acesso em: 24 mar. 2001.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais – matemática – 1º e 2º ciclos. Brasília: MEC/SEF, 1997. v.1

CARVALHO E SILVA, Jaime. A história da matemática nos novos programas de matemática em Portugal. ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6, São Leopoldo, 1998. Anais.... Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 1998. p.165-171.

COSTA, Renata ALVES & ZUIN, Elenice de Souza Lodron. Análise de livros didáticos de Matemática: investigando a abordagem histórica do “Teorema de Pitágoras” em livros do Ensino Fundamental. ENCONTRO MINEIRO DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 3, 2003, Belo Horizonte. Anais... (CD-Rom). Belo Horizonte: SBEM-MG, 2003.

D'AMBROSIO, Ubiratan. A História da Matemática: questões historiográficas e políticas e reflexos na Educação Matemática. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani (org). Pesquisa em Educação Matemática: Concepções & Perspectivas. São Paulo: UNESP, 1999. p. 97-115.

_____. A interface entre História e Matemática: uma visão histórico-pedagógica. 1999. Disponível em: <http://vello.sites.uol.com.br/interface.htm>
Acesso em: 08 dez 2001.

_____. História da Matemática e Educação. Cadernos CEDES – História e Educação Matemática, São Paulo: Papirus, 1996. v. 40. p. 7-17.

DINNIKOV, Circe Mary S. S. A disciplina história da matemática nos Cursos de formação de professores de Matemática no Brasil. ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6, São Leopoldo, 1998. Anais... Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 1998. p.120-121.

FERREIRA, Eduardo Sebastiani. O uso da História da Matemática nas aulas de Cálculo. ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 2, e SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 2, Águas de São Pedro, 1997. Anais... (Editor: Sérgio Nobre). Rio Claro: Cruzeiro, 1997. p.153-155.

FOSSA, John Andrew. Introdução. SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 4, 2001, Natal. Anais... (Editor John Andrew Fossa). Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2001, p. 9-10.

GARNER, Mary. The importance of history in mathematics teaching and learning. INTERFACE, 96, Atlanta, 1996.

LOPES, Jairo de Araújo. Livro didático de Matemática: concepção, seleção e possibilidades frente a descritores de análise e tendências em Educação Matemática. SEMINÁRIO DE INVESTIGAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9, 2000, Funchal, Portugal. Anais... Funchal, 2000.

Disponível em < <http://correio.cc.fc.ul.pt/~jflm/xisiem/tjairo.doc>>. Acesso em 8 maio 2002.

MACHADO, Nilson José. Matemática e língua materna. São Paulo: Cortez, 1998.

MENDES, Iran Abreu. Construtivismo e História no ensino de Matemática: uma aliança possível. SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 4, 2001, Natal. Anais... (Editor John Andrew Fossa). Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2001a, p. 229-234.

_____. O uso da História no ensino matemática Belém, PR: EDUEPA, 2001b.

MIGUEL, Antonio. BRITO, Arlete J. A história da matemática na formação do professor de matemática. Cadernos CEDES – História e Educação Matemática, São Paulo: Papirus, 1996. v. 40. p. 47 - 61.

NOBRE, Sérgio. Alguns “porquês” na história da matemática e suas contribuições para a educação matemática. Cadernos CEDES – História e Educação Matemática, São Paulo: Papirus, 1996. v. 40. p. 29 - 35.

_____. História e Educação Matemática: tendências para o início do século XXI. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6, São Leopoldo, 1998. Anais... Sociedade Brasileira de Educação Matemática, 1998. p.122-123.

_____. Introdução à História da História da Matemática: das origens ao século XVIII. Revista da Sociedade Brasileira de História da Matemática, v.2, n.3, p.3-43, abril/2002.

OZÁMIZ, Miguel Gúzman. *Tendências inovadoras en Educación Matemática*. Disponível em: www.mat.ucm.es/deptos/am/guzman/tendencia/ensen.htm#4.2
Acesso em: 22 jul. 2003.

SCHUBRING, Gert. Relações entre a História e o ensino da Matemática. ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 2, e

SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 2, Águas de São Pedro, 1997. Anais... (Editor: Sérgio Nobre). Rio Claro: Cruzeiro, 1997. p.157-163.

SWETZ, Frank. Quer dar significado ao que ensina? Tende a história da matemática. Cadernos GTHEM – Relevância da história no ensino da Matemática. APM, p.1-14. Nov. 1997.

TAHAN, Malba. *As maravilhas da matemática*. 6.ed. Rio de Janeiro Bloch, 1987.

ZUIN, Elenice de Souza Lodron. *A História da Matemática na concepção de alunos-professores: considerações sobre um estudo inicial*. SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 5, 2003, Rio Claro, SP. Caderno de Resumos... Rio Claro: UNESP/SBHMAT, 2003.

_____. *A História da Matemática na concepção de alunos-professores: considerações sobre um estudo inicial*. Projeto de Pesquisa, PUC Minas, 2002. 15p. (mimeo.)

_____. *Aprendendo Matemática através da História*. CONGRESSO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 3, 1999, Vitória. Anais... Vitória, UFES, 1999. p. 275-282.

MR7 GEOMETRIA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

GEOMETRIA

Adlai Ralph Detoni

A Geometria é riquíssima. Que Geometria? A Geometria da Ciência? A Geometria escolar? A Geometria, essa que, na vida prática, se presentifica em movimentos, formas, sons, etc? A Geometria que se presentifica na linguagem materna herdeira de outras línguas, em verbos, advérbios, etc.? As da enorme gama das etnogeometrias, que em geral tratamos como casos exóticos?

Ficamos mais à vontade falando da Geometria escolar, disciplinarizada em currículos e praticada em livros textos, em concursos, em outras aparições dela. Pelo viés da Geometria escolar, fica mais objetivo encetarmos outro rol de perguntas, entre outras questões possíveis: que Geometria escolar? A embasada no euclidianismo? A analítica ou a sintética? As não euclidianas? A Geometria Projetiva? A tão praticada das áreas e volumes?

Vemos como é a riqueza da Geometria, e, se queremos dialogar em torno daquela que *usualmente* se pratica nas escolas, devemos e podemos explicitar de qual Geometria estamos falando. Adiante, falaremos dessa Geometria, quando faremos essa explicitação.

Os temas de um encontro de pesquisadores e estudiosos se apresentam ou porque há uma crise ou porque se quer avançar naquilo que se está fazendo. Há uma tendência em se dizer que o ensino de Geometria vai mal, e os interessados encontram-se para fazer apologia desse mal. Mas, a Educação Matemática em Minas Gerais, como um todo, já está em um nível de maturidade que não aceita mais fáceis reflexões. Há muitas novidades acontecendo no cenário da Educação Geométrica entre nós, seja em experiências efetivas ou em reflexões teóricas que podem ser tomadas como pontos de partida de questionamentos em direção a alternativas – ao modo usual tradicional – para a prática da Geometria escolar.

Costuma-se abordar o ensino da Geometria enfatizando-se a questão dos conteúdos a serem trabalhados. Por outro lado, considerando a – pelo

menos – tríade de valores pedagógicos que sustenta – ou deveria sustentar – um currículo, vemos que essa ênfase é restritiva. Quem elabora – ou se serve de – um currículo com o olhar conteudístico, na verdade esconde uma perspectiva: a Geometria é a Geometria que a ciência nos lega, e sua presença na escola se justifica por ser um constructo que melhor expressa as relações geométricas.

Gostaria, aqui, de abrir essa questão. Quantos professores ou responsáveis pelo currículo de Matemática respondem refletidamente acerca dos objetivos da Geometria que está sendo trabalhada? Basta ver a uniformidade de tratamento para dizer que não há reflexão. O currículo de uma escola rural não deveria ser o mesmo de uma urbana. Um do Norte de Minas não pode ser igual ao de uma escola sulista. E não focamos apenas o guia de conteúdos, mas, também, o método com o qual se está trabalhando. Mesmo em uma mesma escola, em anos seguidos, algo está mudando no entorno, que vem solicitar uma renovada de proposta curricular. Se, por exemplo, a escola apura que as crianças falam mal, no sentido semântico, a língua materna, as aulas de Geometria devem ser guinadas para ajudar nesse problema.

Se uma escola suburbana, em outro exemplo, vê seu entorno mudar por causa da instalação de um grande empreendimento comercial ou industrial, certamente o currículo de Geometria tem de ser repensado. O currículo deve pulsar.

Fechando essa questão, quando trabalho com a formação dos professores e a questão de o quê ensinar emerge, não aceito que ela aflore só ou privilegiadamente. O porquê é tão fundamental quanto.

Também o como é esquecido quando se projeta um currículo, apesar de essa ser uma questão que não foge do foco dos professores, mas, sempre posta a posteriori. Tomo, aqui, uma idéia da fenomenologia: *o conteúdo é grávido de sua forma*. A maneira, ou modo, ou forma como se trabalha é dialética com o conteúdo a ser trabalhado. Nesse aspecto - e poderíamos abrir, aqui, outra longa vereda de reflexão- vemos, um pouco decepcionados, o modo obscuro pelo qual alguns professores lançam mão de 'materiais concretos'. Sem reflexão, isto é, sem discutir o que se quer em uma atividade, o uso de recursos pode ser apenas como meio ilustrativo de se apresentar conceitos.

Cada recurso é um campo semântico diferenciado, com seus horizontes de exploração epistemológica inigualável. Um geoplano e um jogo de varetas rotuláveis são dois recursos nitidamente voltados para a exploração de polígonos. Qual é o melhor? Essa pergunta é improcedente; cada um me leva a perspectivas distintas de olhar para polígonos, e saiba eu habitar os dois meios para produção complementar de significados. Pensando assim, dou luz às aspas em *material concreto*, acima.

Merece igualmente atenção redobrada quando alguém de nosso *métier* faz sugestões na direção de substituir qualquer recurso material (tecnologias didáticas) básico pelos que a informática nos oferece. Esse alguém não entendeu ainda qual o papel do computador. Ele não vem como novidade avassaladora, substituindo. Ele é uma novidade complementar; não substitui, por exemplo, a potencialidade de um geoplano.

Essas discussões, aqui apenas preliminarmente esboçadas, necessitam ser ampliadas pela contribuição de todos que pesquisam em Educação Matemática. Não toco na questão dos conteúdos a serem trabalhados sem antes levá-las em conta.

Agora posso retornar à questão da Geometria escolar. Essa adjetivação é necessária, ao menos para lembrar a gama enorme de geometrias, como as da variedade étnica, que não trabalhamos ao trabalhá-la. Mas, enfim, quem é ela? Essa pergunta tem, ou deveria ter, uma resposta?

Consenso, mesmo, vem, apenas, (meu texto é todo truncado com palavras de circunstância ou reforço, todas elas – “mesmo”, “apenas” – com profundos significados matemáticos) se consideramos que a Geometria escolar deve espelhar a Geometria da Ciência. Assim vendo, certamente haverá uma concordância para *ensinar-se* o esquema axiomático-dedutivo. Se eu gerenciasse uma escola onde estudam crianças para as quais se desenhou o futuro de serem cientistas físicos ou matemáticos, seria esse o esquema a ser adotado.

Fora dessa rara intenção pedagógica, resta o espaço no qual se vive e que solicita que signifiquemos. Poincaré já enunciou a questão há muito: nos movemos, e não haveria geometria para um ser estático. Acrescentemos à sua pérola que movimentar não é só um ato dinâmico-muscular: é também intenção, é pensamento em ato. Um gesto significa; é um movimento. E, como

é rica a geometria dos gestos. Nós, professores, somos formados para ouvir os gestos dos alunos? *Sabemos* Geometria a esse ponto?

Uma das condições didático-geométricas que se impõe para uma pedagogia que ouve os alunos é não ter pressupostos conceituais rígidos, a ponto de se ter um ouvido seletivo. Assim, se eu seleciono meu ouvido para apenas escutar vieses euclidianos, empobreço o diálogo construtor do conhecimento com meu aluno. Quantas vezes ele não está se expressando, intuitivamente que seja, no domínio do projetivo, mostrando suas métricas, e a mim só interessa a permanência de medidas? Quantas vezes meu aluno faz um ataque topológico a uma situação, esboçando uma estratégia metodológica, e eu considero que ele está desviando-se do – que eu elejo como - foco?

A chamada Geometria das Transformações, atinente à estrutura matemática de grupos é algo palatável, experienciável no espaço que eu crio para mim. Uma idéia tão cara à ciência matemática é, por outro lado, didaticamente possível por meio da dança, das espacializações corporais. Como um dia apresentaram-se originalmente aos matemáticos, que a teorizaram, assim também se presentificam aos alunos, desejosos de articulações mais elaboradas para darem conta da organização de mundo que é solicitada a eles.

A grande vantagem de se fazer Geometria ouvindo o aluno é a autêntica significação.

O grande ranço de algumas propostas curriculares, e de alguns professores que a seguem, é *achar* que os alunos só podem significar geometricamente se a eles é *ensinado* um arcabouço conceitual, ao menos básico, a partir do qual eles deslanchariam meio que autonomamente. Sabemos que essa autonomia nunca se concretiza, infelizmente. Obcecados por preparar melhor, cada vez mais, seus alunos, esses professores não param nunca de *ensinar*. Às vezes falta a nós compreendermos que, mesmo os conceitos, são vividos.

Mas, façamos um exercício de apoio a esse ranço. Proponhamos um arcabouço conceitual básico. Como seria ele? Euclidiano? Para Freudenthal até que poderia ser. Mas, Bachelard argumentaria que o melhor seria trabalhar a Geometria Esférica, que é mais completa. Piaget defende que a topologia

deveria ser primeiro trabalhada. Não cabe a este texto levar a cabo essas preferências, apenas apontar criticamente que uma precisão curricular é quase mera escolha, baseada em alguma crença pedagógica. Há, de fato, muitas dessas crenças, algumas mesmo dogmáticas.

Não posso deixar, aqui, de citar o conhecido contra-exemplo a essa pretensão de precisão curricular com o caso da *taxi geometry*. Euclides sustenta que o menor caminho entre dois pontos é o segmento de reta entre eles. Porém, para que serve esse conceito para a educação matemática de um motorista de táxi cumpridor do mínimo da legislação de trânsito?

Com essas considerações, creio que mostrei a propriedade de se dizer da enorme gama de variedade possível ao se pensar um currículo em Geometria, retornando ao início deste texto e creditando isso à riqueza da Geometria.

Com isso, posso olhar satisfeito para os meus colegas de Educação Matemática de Minas ao ver os casos em que a diferença está se mostrando, que a alternativa com qualidade está tomando espaço, que a tal riqueza da Geometria está sendo tomada.

Com isso, também, posso entrar na questão do professor de Geometria, vendo-o como profissional e em sua formação – inicial e continuada. Muitos aspectos podem ser tocados nessa questão, e é imperioso que sejamos críticos.

Um primeiro aspecto é a não assunção, por parte dos professores, da ideologia contida nos PCNs, que sugerem, e não determinam. Muitos professores alegam que trabalham pouco com Geometria porque o currículo de Matemática assim determina. Que currículo é esse? Quem o determinou? Esse é um primeiro viés de descompromisso do professor para com a Geometria de sua sala de aula.

Na mesma linha de abrangência, outro aspecto é o apego ao livro didático. Temos, hoje, no Brasil, exemplos de livros publicados com qualidade pedagógica. No entanto, a adoção desmesurada de uma obra como um guia acaba por coibir um pensamento curricular próprio, atinente às condições, vontades e possibilidades locais.

A formação do professor de Matemática em Geometria é, de fato e em geral, carente de uma completude, notadamente na direção de uma

preparação pedagógica, mas, também, de uma construção lúcida em termos de conhecimento técnico. Muitos professores não conseguem ter uma (entre as possíveis) visão da estrutura conceitual de todas as Geometrias, não conseguindo também estabelecer relações intrínsecas entre elas. Por outro lado, é necessário frisar a busca cada vez mais freqüente dos professores por uma continuidade de sua formação, quando refletem sobre sua prática e os valores que constituem o seu entorno profissional. Há uma sutileza filosófica essencial nessa busca, que é uma mudança existencial de concepção do ser professor para o estar-sendo.

Mudar, esse é um verbo forte e que é moda nos discursos freqüentes. Mas, será que tanta gente quer mudar mesmo? Porque mudar dá trabalho; temos que largar a comodidade de estarmos fazendo aquilo que sempre soubemos e nos jogarmos na perplexidade do novo. E mudar é por completo: não dá para mudar introduzindo novas técnicas didáticas e, ao mesmo tempo, ter a mesma relação de poder em sala de aula, continuar a avaliar da mesma maneira, continuar a ver a Matemática na mesma perspectiva. Para muitos, mudar é largar a tradição didático-pedagógica e *sair atirando*, como se diz. Mas, creio, para mudar de verdade, é necessário que eu reconheça que essa tradição é boa, pois, se não fosse assim, tanta gente por tanto tempo não estaria arraigada nela.

Uma boa maneira de buscar a mudança é ir junto com os alunos nessa mudança, fazendo dela um projeto pedagógico maior. Os alunos, primeiro, e seus pais, corroborados pela diretora e todo o pessoal de apoio de uma escola, são propensos ao conservadorismo, especialmente os que são (ideologicamente, esteticamente, existencialmente) de classe média. Por exemplo, os pais *trabalham* a Educação Matemática quando exigem que seus filhos sejam instruídos a fim de que um dia passem no vestibular, mesmo não sabendo que a natureza desse vestibular e outras informações. Podemos mostrar aos pais e aos alunos que uma educação menos técnica e mais significativa vai tornar, de pronto, as pessoas envolvidas mais felizes – uma felicidade eticamente concreta, talhada no respeito às construções pessoais do conhecimento. Podemos mostrar que passar no vestibular, como todo mundo faz há muito tempo, apenas requer uma predisposição de gastar um ano

aprendendo a fazer a prova do concurso, e mais: que quem tem uma aprendizagem significativa tem esse aprendizado de um ano mais facilitado.

Muitos professores usam o argumento do vestibular para desistir de mudanças, em franco auto-desrespeito para com uma vida de preparação para ser educador.

Muitos outros vieses podem ser trazidos para a questão maior da formação do professor de Geometria. Para terminar, poucos professores se juntam em grupos de estudos. Saber Geometria, ainda que essa expressão mereça ser aprofundada, é fundamental para dar aula de Geometria. Alguns que tiveram formação deficiente na graduação, e não são poucos, preferem ficar creditando culpa a essa entidade chamada universidade, ou faculdade, num problema crônico de nós, professores, que os marxistas chamariam de alienação das dificuldades.

Mais uma vez eu vou trazer aqui a idéia de que o grande problema curricular da Geometria é a sua vasta riqueza, fenômeno constatado no ICMÍ de Sevilha. Não é possível, portanto, que nenhum professor de Geometria trabalhe todos os seus conceitos, como também não é possível que uma licenciatura em Matemática dê conta deles. Tomemos essas constatações positivamente: tomemos que as experiências geométricas, a partir de nós mesmos, professores, é para toda a vida, e nosso saber dela, e, doravante, de nossos alunos, é um *crescendo*. Eu, por exemplo, reconheço que sei da Geometria dos Factrais apenas as idéias básicas, e tenho vontade de saber mais. A minha formação é um projeto de vida.

O conhecimento geométrico como um projeto de vida do professor solicita que ele viva um processo permanente, cotidiano. Esse ir-sendo do professor pode se tornar o modo com que ele projeta nos seus alunos: que eles tenham, em aula, os vislumbres necessários para seguir experienciando a Geometria em todas as suas ações vividas. Essas minhas falas não são elucubrações de uma filosofia tardia; sinceramente penso que o currículo de Geometria de uma escola deveria, de vez, se desprender de uma preocupação com algum modelo que se pensa ser o mais adequado. Escrevo isso e, na minha estante, vejo o excelente *Elementos de Geometria*, escrito há mais de 100 anos pelo Frère Ignace Chaput: o que pensava esse autor ao tentar reunir, com letras miúdas e em tantas páginas, tanto conhecimento de Geometria? Eu

gostaria que alguns alunos gostassem de ler essa obra como eu gosto. Mas não todos os alunos; outros, eu gostaria que desenvolvessem outras experiências geométricas.

Eu gostaria que um aluno meu visse um filme do Akira Kurosawa e descrevesse em sala de aula a concepção de espaço dele, a espacialidade das cenas. Aliás, como nós, professores de Matemática, somos implacáveis com as formulações semi-matemáticas dos artistas! Resistirmos em conceber que a matemática é, além de tudo, uma manifestação estética das mais originais e fecundas. Pessoalmente, brigo comigo mesmo contra a pecha corrente de que somos incultos, apenas sabemos Matemática.

Na minha experiência de tantos anos dando aula, pude perceber que as vezes que meus alunos mais aprenderam comigo foram as vezes em que eu apus, sobre o conhecimento matemático trabalhado, um dose de significados variados que esse conhecimento fazia de sentido para mim. Creio que, se um objeto matemático não parece fazer sentido ao professor, e é, apenas, burocraticamente exposto, os alunos, em geral, dele não vão tomar conhecimento.

Enfim, eu me descubro, a cada momento, um ser espacial, e quero que meus alunos tenham também essa explicitação de suas espacialidades. Quero convencê-los de que a Geometria é um bom discurso sobre elas, e que com ela eles podem ter experiências cada vez mais sublimes. Quero que a Geometria tenha uma função direta no aqui-agora deles.

MR7 GEOMETRIA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

GEOMETRIA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Maria da Penha Lopes^{*}

Introdução

Na nossa experiência com cursos de atualização de professores das séries iniciais do Ensino Fundamental, temos observado um certo desconforto desses professores ao falar sobre o ensino de geometria em suas salas de aulas. Desconforto esse gerado menos pela falta de conhecimento do assunto e mais pelo fato de o professor não saber o que ensinar de geometria (Fonseca e outros, 2001). Do mesmo modo se perguntamos a um professor de matemática, o que ele está ensinando naquele ano letivo, na maioria das vezes os conteúdos de aritmética e de álgebra são citados com detalhes, enquanto que dos conteúdos de geometria são citados os tópicos gerais.

Essa situação decorre do descaso a que foi relegado o ensino de geometria no Brasil, com o Movimento da Matemática Moderna, que propôs nova orientação para o ensino de matemática nos anos 60. Matemáticos franceses defendiam que a abordagem euclidiana axiomática deveria ser substituída por uma abordagem mais nova, a exemplo do que já vinha acontecendo no ensino superior, a álgebra linear (Búrigo, 1990). A idéia vingou na França, mas não no Brasil. Aqui, deixa-se de lado o ensino tradicional da geometria, esvazia-se a abordagem axiomática em detrimento de uma abordagem intuitiva. As proposições mais importantes são apresentadas aos alunos, experimentalmente mesmo as mais simples de serem demonstradas. Os exercícios de geometria se restringem a exercícios de manipulações algébricas. *“A geometria apresentada desta maneira reduz-se a uma série de receitas. Não é intuitiva ou experimental, nem é dedutiva. Deste modo, as verdades geométricas transformam-se em dogmas. os fatos geométricos carecem de significação. A geometria perde seu encanto...”* (Imenes, 1987, p. 57).

^{*} Faculdades Integradas de Pedro Leopoldo

A reação ao que representou para o ensino o Movimento da Matemática Moderna veio acompanhada de uma preocupação com a retomada do ensino de geometria. As propostas alternativas defendiam um retorno à Geometria que não consistisse na retomada da Geometria euclidiana, na sua abordagem clássica, nem na reafirmação do papel que ela desempenhava no currículo escolar dos períodos anteriores. Os conceitos e propriedades fundamentais da Geometria euclidiana deveriam ser mantidos numa abordagem inicial que privilegiasse os aspectos intuitivos e experimentais encaminhando-se, gradativamente, para deduções locais daquelas proposições mais fundamentais. (Miguel e outros, 1992). Observa-se a partir do anos 80, uma tendência de revalorização do ensino da geometria.

As propostas curriculares sugerem um ensino que privilegia o desenvolvimento da percepção espacial partindo da manipulação de objetos e observação das formas e preparando um estudo mais sistematizado, de observação das relações entre as figuras geométricas entre si e entre os elementos das figuras geométricas. Pesquisadores em Educação Matemática propõem em encontros e congressos abordagens alternativas para o ensino da Geometria, com propostas de um ensino mais dinâmico que exploram as transformações: translação, reflexão e rotação e a observação de suas simetrias. O uso de softwares adequado ao ensino de geometria contribui para uma melhor visualização das relações entre os objetos geométricos.

Infelizmente, essas propostas alternativas e os recursos computacionais costumam a chegar à sala de aula e o que se vê ainda é um ensino que privilegia a memorização dos nomes das figuras e suas definições em detrimento da análise das relações entre essas figuras geométricas, da verbalização dessas relações, da intuição dos fatos geométricos que perpassam essas relações e do fazer conjecturas sobre eles.

Outro sintoma da tendência de revalorização do ensino de geometria, nos últimos 23 anos, é a publicação de livros paradidáticos sobre geometria e sobre ensino de geometria. A Editora Scipione publica alguns paradidáticos na Coleção Vivendo a Matemática. A nível internacional podemos citar a publicação em 1987, do livro do ano do Conselho Nacional de Professores de Matemática (National Council of Teachers of Mathematics) dos Estados Unidos, *Learnig and teaching geometry* (Aprendendo e ensinando geometria), organizado por Lindquist e Shulte. Esse texto foi traduzido para o português por Hygino H. Domingues e publicado pela Atual Editora em 1996. Na Apresentação do livro podemos ler a descrição de seu conteúdo: “... *trata-se de uma coletânea de vinte artigos de alguns dos mais eminentes especialistas da área, com*

uma grande riqueza de sugestões sobre o ensino de tópicos particulares de geometria, sobre como incentivar os alunos a resolver problemas por meio de geometria e de suas aplicações e sobre como integrar a geometria com outras partes da matemática e com outras ciências.”

O ensino de geometria

Que abordagens alternativas existem para o ensino de geometria? Gostaria de expor minha percepção e minhas crenças sobre o ensino desse conteúdo. Evidentemente minha percepção e minhas crenças estarão permeadas pela minha experiência com a formação inicial e continuada de professores e pelo trabalho que venho desenvolvendo com o ensino de matemática.

Sempre que tenho que falar sobre “o ensino de ...”, gosto de responder a três perguntas básicas: *“porque ensinar geometria?”* *“o que ensinar de geometria?”* *“como ensinar geometria?”* Ao mesmo tempo estaremos ainda respondendo às perguntas: *“a quem ensinar geometria?”* e *“em que momento ensinar esse ou aquele conteúdo de geometria?”*

Ao responder às perguntas acima, não pretendo ser conclusiva, nem pretendo esgotar o assunto. Pretendo sim, levantar algumas questões sobre o ensino de geometria, questões que foram surgindo ao longo do meu trabalho sobre o ensino de matemática. E pretendo propor a vocês as mesmas perguntas que me faço, para que cada um busque suas próprias respostas. As respostas de cada um vão explicitar a concepção de matemática e de ensino de matemática de cada um. Assim, essas respostas serão diferentes, e é saudável que sejam mesmo, pois é do confronto dessas diferentes respostas que se vão formando as convicções sobre o ensino de geometria.

Por que ensinar geometria?

Por que a geometria faz parte do currículo escolar? Porque é importante ensinar geometria na escola?

As respostas que ouvimos com mais frequência são: “porque ensina a pensar”, “por causa do seu largo uso no dia-a-dia” ou “porque é necessária a muitas profissões”. Todas elas são respostas válidas, mas por si só, não justificam a importância do ensino da Geometria. As duas últimas reduzem a geometria a dois de seus aspectos meramente utilitários.

Vejamos o que dizem os Parâmetros Curriculares Nacionais, do Terceiro e Quarto Ciclos do Ensino Fundamental-Matemática (Brasil, 1998): *“Os conceitos geométricos constituem parte importante do currículo de matemática no ensino fundamental, porque, por meio deles o aluno desenvolve um tipo especial de pensamento que lhe permite compreender, descrever e representar de forma organizada, o mundo em que vive.”*

O estudo de Geometria é um campo fértil para trabalhar com situações-problema e é um tema pelo qual os alunos costumam se interessar naturalmente. O trabalho com noções geométricas contribui para a aprendizagem de números e medidas, pois estimula o aluno a observar, perceber semelhanças e diferenças, identificar regularidades etc.” (p. 51)

Vejamos também o que dizem alguns autores sobre a importância do ensino de geometria. Algumas dessas falas vão se sobrepôr ao que dizem os PCN. Chamo a atenção para o fato de que algumas dessas falas apontam na direção de uma proposta para o ensino de geometria, como veremos mais tarde.

Freudenthal no seu livro “A Matemática como uma tarefa educacional”, nos dá seu depoimento:

“A Geometria é uma das melhores oportunidades que existem para aprender como matematizar a realidade. É uma oportunidade de fazer descobertas como muitos exemplos mostrarão. Com certeza, os números são também um domínio aberto às investigações, e pode-se aprender a pensar por meio da realização de cálculos, mas as descobertas feitas pelos próprios olhos e mãos são mais surpreendentes e convincentes. Até que possam de algum modo ser dispensadas, as formas no espaço são um guia insubstituível para a pesquisa e a descoberta.” (p. 407)

Sherard III, no seu artigo “Por que a Geometria é uma competência básica”, afirma que ela oferece aos alunos *“as oportunidades de olhar, comparar, medir, adivinhar, generalizar e abstrair”*. O autor destaca, dessa forma, o papel da Geometria como veículo para o desenvolvimento de habilidades de percepção espacial e de resolução de problemas.

Relacionada à formação humana mais geral uma capacidade potencial do ensino de Geometria é a de promover valores culturais e estéticos importantes para uma melhor compreensão e apreciação das obras do homem (construções e trabalhos artísticos) ou da natureza. Melhorar a percepção espacial e o estudo das formas favorecem uma melhor apreciação dos detalhes de uma obra criada pelo homem ou

pela natureza. Escher, artista gráfico holandês que viveu entre 1898 e 1972, brinca com as formas em seus quadros, usando e abusando de seus conhecimentos geométricos. Ele cobre o plano com suas figuras sem deixar espaços entre elas. Ele faz um recobrimento do plano com figuras irregulares, dando, além disso, a idéia de que o plano é infinito, pois suas figuras também podem se reproduzir indefinidamente. Ele usa e abusa das simetrias, reflexões e translações no processo de criação de seus quadros. Conhecendo geometria podemos apreciar melhor a obra de Escher.

Maria Manuela David e Maria da Conceição Ferreira no artigo “Luzes e sombras: objetivos possibilidades e limites do ensino de Geometria nas séries iniciais” citam dois objetivos importantes para o ensino da Geometria nas séries iniciais do Ensino Fundamental, que gostaria de lembrar aqui, uma vez que todos dois envolvem conceitos básicos da Matemática. São eles: *o desenvolvimento da capacidade de medir e o desenvolvimento da capacidade de pesquisar regularidades*. O primeiro mais ligado ao aspecto instrumental da Geometria e o segundo mais ligado ao aspecto formativo, uma vez que figura como alicerce para o exercício de quaisquer atividades quer elas demandem competências geométricas ou não.

. Paulo Abrantes, Lurdes Serrazina e Isolina Oliveira no livro “A Matemática na Escola Básica” consideram que a *“geometria constitui, na verdade um meio privilegiado de desenvolvimento da intuição e da visualização espacial. Sendo uma boa fonte de problemas de matemática, contribui para melhorar a capacidade de resolução de problemas”*.(p. 68) Ora, a capacidade de resolver problemas é extremamente importante para o desenvolvimento do pensamento matemático dos alunos.

Alan Hoffer no seu artigo “Geometria é mais do que prova” se refere a algumas habilidades importantes de serem desenvolvidas em um curso de geometria. Como o nome do artigo sugere, o autor defende o desenvolvimento dessas habilidades em vez de a simples memorização das provas dos teoremas. A menos que essas provas venham acompanhadas da compreensão dos fatos geométricos abordados pelos teoremas. Habilidade de verbalização: segundo Hoffer, um *“curso de geometria provavelmente favorece o uso da linguagem mais do que qualquer outro curso de matemática. há uma abundância de vocabulário para os estudantes aprenderem. Há definições precisas. Há postulados e proposições que descrevem propriedades de figuras e relações entre figuras. Os alunos são solicitados a ler e escrever suas próprias provas.”* (p. 12) Habilidade lógica: *“A geometria é um dos conteúdos escolares que ajudam os alunos a aprender a analisar a forma de um argumento e a reconhecer*

argumentos válidos ou não no contexto das figuras geométricas e, também, em problemas do dia-a-dia”.

Gostaria de completar essa lista e lembrar alguns objetivos para o ensino da geometria, que a meu ver, também justificam sua inclusão no currículo escolar. Um deles é o de preparar os alunos para, em estudos futuros, tomarem contato com o método dedutivo, o qual aparece muito naturalmente na geometria e é o método por excelência das ciências matemáticas.

Um segundo aspecto, talvez o mais importante, é o fato de a geometria fazer parte do desenvolvimento cultural da humanidade desde sempre. Heródoto (480-425 a.C.), historiador grego, autor da primeira grande narrativa histórica do mundo antigo, considera que a geometria teria surgido no Egito, ligada à necessidade de medir a terra, para efeito da cobrança de impostos. Entretanto, muito antes de se fixar à terra, enquanto ainda habitava em cavernas, o homem já utilizava o desenho como forma de expressão. Foram esses desenhos que permitiram reconstituir parte da história desses habitantes das cavernas, como viviam, de que se alimentavam, os rituais que seguiam, etc. Alguns estudiosos consideram esses primeiros desenhos como os rudimentos da geometria.

Uma vez de acordo com a relevância desses objetivos para o ensino de Geometria, alguns de aspecto utilitário (melhorar a capacidade de medir, etc.), outros de aspecto instrumental (capacidade de pesquisar regularidades; servir de base para estudos futuros, etc.) e outros ainda de aspecto formativo (promover valores culturais e estéticos; estar presente em diferentes etapas do desenvolvimento humano, etc.). Podemos agora fazer uma escolha “do que ensinar” e buscar metodologias de ensino adequadas (“como ensinar?”) que orientem a prática pedagógica no sentido de atingir aqueles objetivos. Cada um dos autores citado sugere conteúdos ou metodologias coerentes com seu objetivo.

O que ensinar de geometria?

Que conteúdos de geometria são relevantes de serem ensinados? Que conteúdos de geometria são importantes para a formação de um aluno?

A escolha do que ensinar de geometria na escola deve ser coerente com as respostas que foram dadas à primeira pergunta. Não pretendo fazer uma listagem dos conteúdos que devem ser contemplados pela geometria nos diferentes níveis de ensino. Seria exaustivo e não é esse nosso objetivo nesta mesa. Entretanto, gostaria de

fazer uma análise do que sugerem os PCN, em termos de conteúdo e de orientação metodológica, e o que sugerem alguns dos autores citados. Essas sugestões devem ser coerentes com os objetivos que os mesmos explicitaram para o ensino de geometria.

Uma orientação bastante difundida atualmente é a de que se deve começar o ensino de geometria muito cedo, nas séries iniciais do Ensino Fundamental, ou mesmo antes, com a exploração do espaço natural ou do espaço modificado pelo homem e das formas geométricas tridimensionais. Não é por acaso que o conteúdo de geometria nos PCN se chama Espaço e Forma, uma vez que esse *“bloco de conteúdos contempla não apenas o estudo das formas, mas também noções relativas a posição, localização de figuras e deslocamentos no plano e sistemas de coordenadas.”* (Brasil, 1998, p.51)

Os PCN sugerem para o desenvolvimento da percepção espacial e localização no espaço, a leitura e confecção de mapas e plantas e croquis representando a localização de pessoas ou objetos. São as experiências vividas nesse espaço perceptivo, sensível e o conhecimento dos objetos desse espaço que vão permitir às crianças passar ao espaço das representações mentais dos objetos geométricos.

Com outras palavras é o que nos diz também Freudenthal (1973). *“O espaço com seus sólidos é mais concreto que o plano com suas figuras. No plano o caminho para a análise lógica é mais curto; o espaço é mais intuitivo e favorece mais as atividades criativas. Figuras planas são desenhadas, sólidos são construídos.”* (p.413)

Resumindo, os PCN propõem para as quatro primeiras séries (1º e 2º ciclos) do Ensino Fundamental, no bloco Espaço e Forma, desde atividades de representação do espaço à nossa volta e de observação de formas nesse espaço até a construção e representação de formas geométricas sólidas ou planas, reconhecimento de semelhanças e diferenças entre essas formas e ampliação e redução de figuras planas com o uso de malhas (Brasil, 1997).

Para o 3º ciclo desse mesmo nível de ensino os PCN (Brasil, 1998) sugerem ampliar o que foi visto nas quatro primeiras séries com a representação do espaço em um sistema de coordenadas cartesianas, classificando e descrevendo as características das figuras tridimensionais e bidimensionais e estabelecendo relações entre elas. Ainda para o 3º ciclo eles sugerem as transformações do plano (reflexão, translação e rotação) com identificação dos invariantes dessas transformações, a ampliação e redução de figuras planas, com observação dos elementos que permanecem

invariantes, cálculo do número de Euler para prismas e pirâmides, introdução à idéia de ângulo e chegam até à verificação de que a soma dos ângulos de um triângulo é 180° .

Sugerindo um ensino em espiral, para o 4º ciclo os PCN (Brasil, 1998) ampliam o que sugeriram para ser estudado no 3º ciclo e exaurem toda a geometria plana que era normalmente estudada até à 8ª série com uma abordagem nova. Por exemplo, os Parâmetros sugerem o estudo “*de congruência de figuras planas a partir de transformações (reflexões em retas, translações, rotações e composições destas), ...*”; eles sugerem que a noção de semelhança de figuras planas seja estudada a partir da ampliação e redução dessas figuras; sugerem ainda os PCN a construção da mediatriz de um segmento, a bissetriz de um ângulo, a construção de retas paralelas e perpendiculares; a construção das alturas, bissetrizes, medianas e mediatrizes de um triângulo utilizando régua, compasso, esquadro e transferidor.

Alguns conteúdos são novos: o estudo das secções planas de figuras tridimensionais; a representação de diferentes vistas (lateral, frontal e superior) de figuras tridimensionais; a verificação “*da validade da soma dos ângulos internos de um polígono convexo para os polígonos não convexos.*”; análise “*em poliedros da posição relativa de duas arestas (paralelas, perpendiculares, reversas) e de duas faces (paralelas, perpendiculares).*” (p.88). O uso das palavras: “representação”, “identificação”, “determinação”, “verificação da validade”, “verificações experimentais” sugere uma abordagem intuitiva, que incentiva os alunos a visualizar os fatos geométricos e fazer conjecturas sobre eles. Somente no que concerne ao teorema de Pitágoras, lemos: “*Verificações experimentais, aplicações e demonstração do teorema de Pitágoras.*” (p. 89), sugerindo que o mesmo deve ser provado.

Alguns conteúdos antigos foram deixados para ser desenvolvidos, certamente no Ensino Médio: as relações trigonométricas no triângulo retângulo e as relações métricas no círculo, conteúdo que compreende resultados importantes, como a relação entre ângulos e arcos, a partir da qual se deduz que “o ângulo inscrito numa semicircunferência é reto”. Outros conteúdos são contemplados no bloco Grandezas e Medidas: cálculo de perímetro e área de figuras geométricas planas e cálculo do volume dos sólidos.

Abrantes, Serrazina e Oliveira (1999) propõem alguns conteúdos para um curso de geometria para o correspondente em Portugal ao nosso Ensino Fundamental, bem parecidos com os conteúdos propostos nos PCN. Entretanto, percebe-se uma preocupação com o falar sobre geometria e sobre os procedimentos utilizados na

realização das atividades nas expressões como *“justificar e comunicar os seus raciocínios”*; *“descrever figuras geométricas”*; *“resolver e formular problemas”*; *“fazer construções geométricas”*; *“justificar os processos utilizados”* que acompanham as sugestões de conteúdo. Preocupação essa perfeitamente coerente com a concepção de geometria desses autores: *“A geometria é um campo propício ao desenvolvimento do pensamento matemático, assim como à realização de investigações e de outras atividades que envolvem aspectos essenciais da natureza da matemática, como fazer conjecturas e validar essas conjecturas.”* (p. 68)

Como ensinar geometria?

Que procedimentos de ensino vão orientar a prática pedagógica no sentido de atingir os objetivos propostos para o ensino de geometria?

Continuaremos com o depoimento dos autores que acabamos de citar e a sua total coerência às respostas que deram às perguntas que formulamos. Para Abrantes, Serrazina e Oliveira (1999) as *“primeiras abordagens da geometria envolvem atividades como construir, modelar, traçar, medir, desenhar, visualizar, comparar, transformar e classificar figuras geométricas.”* (p.73) Para eles a linguagem geométrica não é um fim em si mesma, mas os termos, as definições, as propriedades e as fórmulas, em vez de serem memorizados devem ter significado para os alunos para que cumpram o papel de organizadores lógicos do pensamento.

Freudenthal (1973) lembra que a geometria com seu sistema dedutivo foi sinônimo de matemática por muito tempo. Mas lembra também que a geometria foi um tema que se deu muito bem com o método Socrático. Para corroborar sua afirmação ele lembra dos diálogos de Platão e entre eles aquele denominado Mênon, em que Sócrates dá uma lição de geometria a um jovem escravo de Mênon. Certamente o diálogo é uma obra de ficção e Platão falava por Sócrates. No diálogo Sócrates desenha na areia um quadrado e leva o jovem escravo, que nunca ouviu falar sobre geometria, a concluir alguns resultados sobre o quadrado. Passo a passo, Sócrates leva o escravo a calcular o lado de um quadrado cuja área era o dobro da área do quadrado dado. Esse quadrado tem o lado igual à diagonal do quadrado anterior.

Segundo Freudenthal, não é por acaso que o conteúdo da lição de Sócrates era geometria, uma vez que até hoje *“a geometria poderia ser um excelente tema do método Socrático e da reinvenção,”* (p.402) O método Socrático consiste em levar os alunos a fazer conjecturas e a descobrir por eles mesmos a verdade, pelo

processo de perguntas e respostas. Com isso Freudenthal está sugerindo um ensino de geometria que utilize procedimentos investigativos e uma aula dialogada que leve o aluno a dar um sentido aos fatos geométricos estudados.

Para decidir sobre a melhor abordagem metodológica na aprendizagem da geometria gosto de lançar mão da história da matemática e analisar as características do conhecimento matemático dos babilônios (1800/1500 a.C. até 600 a.C. aproximadamente) e dos egípcios (2500 a.C. até 320 a.C. aproximadamente). Os babilônios e os egípcios desenvolveram uma matemática de natureza prática para resolver problemas ligados à agricultura ou à engenharia. A solução de cada problema era específica para aquele problema; não havia um processo geral de solução de problemas, algumas vezes muito parecidos.

Característica bem diferente terá a matemática grega (800 a.C. a 300 a.C. aproximadamente) que passou a empregar o raciocínio dedutivo. *“Os processos empíricos do Oriente antigo, suficientes o bastante para responder questões da forma de ‘como’, não mais bastavam para as indagações mais científicas na forma de ‘por quê’. Algumas experiências com o método demonstrativo foram se consubstanciando e se impondo, e a feição dedutiva da matemática, considerada pelos doutos como sua característica fundamental, passou ao primeiro plano”.* (Eves, 1997, p.94) Os gregos que certamente aprenderam a matemática com os babilônios e os egípcios, transformaram-na de experimental em dedutiva, com a geometria ocupando papel de destaque.

Considerando que antes de se chegar à formalização, isto é, à organização segundo uma ordem lógico-dedutiva, dos gregos, foi preciso passar pela geometria dos egípcios e dos babilônios, empírica e experimental, proponho três estágios pelos quais o aluno deve passar na aprendizagem da geometria:

- ✓ **observação/manipulação** – observação do espaço natural ou modificado pelo homem e manipulação de formas geométricas tridimensionais;
- ✓ geométricas, utilizando dobraduras, colagens, recortes, desenhos, etc.;
- ✓ **sistematização/formalização** – sistematização dos fatos geométricos observados e obtidos por experimentação e contato com o aspecto lógico-dedutivo da geometria. **exploração/experimentação** – exploração das propriedades das figuras

Esses estágios não se excluem mutuamente, mas se completam, podendo um ou outro prevalecer em algum nível de ensino. Por exemplo, o segundo estágio, a

experimentação, a ser desenvolvido prioritariamente na 5ª e 6ª séries, poderá se estender até à 7ª e 8ª séries do Ensino Fundamental e ao Ensino Médio.

No primeiro estágio, a ser desenvolvido prioritariamente ao longo das séries iniciais do Ensino Fundamental, o aluno faria a observação das formas. Inicialmente, formas quaisquer, formas na natureza, formas irregulares, formas de objetos familiares, formas na arquitetura, etc. A seguir, viria o estudo dos sólidos geométricos e das figuras planas, a idéia de área e volume, numa abordagem bastante informal, contando as unidades de área ou de volume numa figura plana ou espacial. Um bom recurso para desenvolver a idéia de área é o uso das malhas quadrangulares que podem ser substituídas pelo papel quadriculado e para desenvolver a idéia de volume o uso de blocos quadrangulares.

No segundo estágio, usando o recurso das dobraduras, o aluno poderá descobrir propriedades das figuras geométricas, a mediatriz de um segmento, a bissetriz de um ângulo, as retas paralelas, as retas perpendiculares, a soma dos ângulos internos de um triângulo; usando o transferidor para medir ângulos poderá concluir as propriedades dos ângulos formados por duas paralelas com uma transversal, concluir que ângulos opostos pelo vértice têm a mesma medida; construindo quadrados sobre os lados de um triângulo retângulo poderá concluir o resultado do Teorema de Pitágoras, etc. É o momento adequado para familiarizar o aluno com o uso da régua, do compasso, do esquadro e do transferidor. Entretanto, o professor deverá ter a intenção de estar preparando o aluno para o próximo estágio, o da formalização que deverá se iniciar na 7ª e 8ª séries e ir até o Ensino Médio. O planejamento de cada atividade deverá prever o resultado que se quer alcançar com a experimentação e a ela se seguirá a sistematização dos resultados que foram obtidos. É um estágio extremamente rico em termos de descobertas de relações entre fatos geométricos e, conseqüentemente de formulação de conjecturas. O aspecto de causa e efeito “se isso é verdade, então isso também é”, já deve estar presente nesse estágio e talvez até no anterior, com o aluno buscando argumentos para justificar ou refutar suas conjecturas. O desenvolvimento lógico do terceiro estágio terá suas raízes nesse segundo estágio.

O terceiro estágio é o mais delicado e o mais difícil de se desenvolver. Nele, o aluno vai organizar o conhecimento geométrico adquirido e tomar contato com o processo dedutivo no ensino da geometria. Com isso não estou defendendo uma abordagem formal para o ensino de geometria mas um estudo que encoraje o aluno a reconhecer a validade ou não de um argumento sobre um fato geométrico. Isso pode

ser feito apresentando aos alunos algumas seqüências de afirmações que devem ser provadas, dentro de um determinado tópico. Eves (1997) apresenta a seguinte seqüência referente a áreas de polígonos.

“Admitindo que a área de um retângulo é dada pelo produto de suas dimensões, estabeleça a seguinte cadeia de teoremas:

- (a) A área de um paralelogramo é igual ao produto de sua base por sua altura.*
- (b) A área de um triângulo é o semiproduto de qualquer lado pela altura correspondente.*
- (c) A área de um triângulo retângulo é igual ao semiproduto dos catetos.*
- (d) A área de um triângulo é igual ao semiproduto de seu perímetro pelo raio do círculo inscrito.*
- (e) a área de um trapézio é igual ao produto de sua altura pela semi-soma de suas bases.*
- (f) A área de um polígono regular é igual ao produto de seu perímetro por seu apótema.” (p. 186)*

Considerações finais

Há consenso entre os autores citados de que se deve introduzir o ensino de geometria desde os primeiros anos de escolarização e continuar com esse ensino durante todo o tempo de estudo da matemática. Primeiramente numa abordagem informal e intuitiva propiciando aos alunos atividades que desenvolvam a exploração/percepção do espaço à sua volta. Num segundo momento com uma abordagem ainda informal e com atividades de experimentação os alunos passariam a investigar as formas geométricas tridimensionais, as semelhanças e diferenças entre elas e as relações entre seus elementos. Nesse momento os alunos estariam observando padrões, usando o material de desenho: régua, compasso, transferidor e esquadros e resolvendo problemas de construções geométricas, trabalhando com as transformações do plano e observando os invariantes por essas transformações. Essas atividades encorajam os alunos a fazer conjecturas e a buscar comprovar ou refutar

essas conjecturas, preparando-os para demonstrações mais sistemáticas não necessariamente formais.

Apesar de ter falado sobre o óbvio, pretendo com minha apresentação chamar a atenção dos professores e dos alunos de Cursos de Licenciatura para a importância de se estudar geometria em todos os níveis de ensino e enfatizar uma abordagem intuitiva e experimental, antes de uma abordagem formal.

Bibliografia

- ABRANTES, P.; SERRAZINA, L. & OLIVEIRA, I. *A Matemática na Educação Básica*. Lisboa: Ministério de Educação, Departamento de Educação Básica, 1999.
- BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática*. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática, terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental*. Brasília: MEC/SEF, 1998.
- BÚRIGO, E. Z. Matemática Moderna: progresso e democracia na visão de educadores brasileiros nos anos 60. *Teoria e Educação*, 2 p. 255-265, 1990.
- DAVID, M.M. & LOPES, M.P. (2000) Falar sobre matemática é tão importante quanto fazer matemática. *Presença Pedagógica*. v. 6, n.32, pp. 17-24.
- EVES, Howard. *Introdução à História da Matemática*. São Paulo: Editora da Universidade de Campinas-UNICAMP.
- FONSECA, M.C.F.R. e outros. *O ensino de geometria na Escola Fundamental: três questões para a formação do professor de matemática dos ciclos iniciais*. Belo Horizonte: Autentica, 2001.
- FONSECA, M.C.R.F. & DAVID, M.M.M.S. Luzes e sombras: objetivos, possibilidades e limites do ensino de Geometria nas séries iniciais do Ensino Fundamental. *Cadernos Ensinar*. Centro Pedagógico-Escola de 1º e 2º graus da UFMG e CECIMIG, s.d.
- FREUDENTHAL, Hans. *Mathematics as an educational task*. Dordrecht: Reidel, 1973.
- HOFFER, A. Geometry is more than proof. *Mathematics Teacher*, NCTM, 84, p. 11-18, 1981.
- IMENES, M.I. A Geometria no primeiro grau: experimental ou dedutiva? *Revista de Ensino de Ciências*, 19, p. 55-61, out. 1987.

- LINDQUIST, M.M. & SHULT, A.P. (Orgs.) *Aprendendo e ensinando Geometria*. São Paulo: Atual, 1996.
- MIGUEL, A.; FIORENTINI, D. & MIORIM, M.A. Álgebra ou Geometria: para onde Pende o Pêndulo? *Pro-Posições*, Vol. 3 Nº 1 [17], mar. 1992.
- SHERARD III, W.H. Why Geometry is a basic skill? *The Mathematics Teacher*, p. 19-20, jan. 1981.

MR8 FORMAÇÃO DE PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA

O TRABALHO COLABORATIVO COMO CONTEXTO E FERRAMENTA PARA O DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DE PROFESSORES E FUTUROS PROFESSORES

Ana Cristina Ferreira¹

Nesse artigo pretendemos discutir o potencial do trabalho colaborativo para o desenvolvimento profissional de professores e futuros professores de Matemática. Defendemos a idéia de que futuros professores e professores de todos os níveis – professores que lecionam Matemática para as séries iniciais, professores de Matemática do Ensino Fundamental e Médio e professores pesquisadores das universidades – têm muito a compartilhar entre si e a contribuir para o desenvolvimento profissional de todos. Mais que em uma hierarquização do saber e em sua ‘distribuição’ através de cursos, acreditamos na colaboração como uma forma mais rica de crescimento coletivo. Nesse texto, procuramos definir e caracterizar o que entendemos por colaboração e grupo de trabalho colaborativo, apresentamos algumas propostas desenvolvidas em outros países e analisamos duas experiências das quais participamos. Ao final, apresentamos algumas considerações acerca da organização de propostas dessa natureza.

Introdução

A formação inicial e continuada dos professores que ensinam Matemática tem sido foco de inúmeras pesquisas, propostas, críticas e discussões. As dificuldades inerentes à realização de cursos iniciais – Licenciatura em Matemática, Pedagogia, etc. – bem como os obstáculos encontrados na continuidade dessa formação – cursos, palestras, seminários voltados para o professor em exercício – trazem consigo uma visão ainda dicotômica do processo de desenvolvimento profissional do professor que leciona Matemática. Pensa-se e planeja-se em termos de momentos isolados e predefinidos. Nesse contexto, existe um momento de formação inicial que praticamente não se comunica com o momento da formação continuada. Na graduação, o futuro professor recebe uma bagagem teórica de conteúdo muito superior à bagagem prática de aprender a ensinar. Já a formação continuada, geralmente, se relaciona à idéia de frequentar cursos que buscam atender às *carências* do professor e alcançar resultados predeterminados (por ex., a implementação de determinado currículo ou metodologia de ensino). Nessa perspectiva, a teoria – geralmente desenvolvida longe da escola – é o ponto de partida e as propostas tendem a ser desenvolvidas de modo fragmentado, compartimentalizado e, muitas vezes, descontextualizado da realidade do futuro professor e do professor em exercício, desconsiderando suas opiniões, experiências e necessidades.

¹ UFOP

Ao contrário de visões parciais que privilegiam momentos vistos como distintos e isolados, propomos um outro olhar que contemple o desenvolvimento desse aprendiz², de suas primeiras experiências enquanto aluno às suas atuais experiências – como aluno de um curso de graduação e/ou como professor.

Entendemos o desenvolvimento profissional como um processo que se dá ao longo de toda experiência com o ensino e a aprendizagem da Matemática, que não possui uma duração pré-estabelecida e nem acontece de forma linear. Esse processo envolve a formação inicial e a continuada, bem como as experiências como aluno e professor e é influenciado por fatores pessoais, motivacionais, sociais e cognitivos-afetivos. As características do indivíduo, sua vida atual, sua personalidade, sua motivação para mudar, os estímulos ou pressões que sofre socialmente e sua própria cognição e afeto – crenças, valores, metas, etc. – possuem importante impacto sobre esse processo. Desse modo, podemos dizer que o desenvolvimento profissional é uma dialética entre crenças, conhecimentos e experiências prévias do professor (ou futuro professor) e um novo conhecimento, gerando outros saberes e influenciando sua prática.

Nesse sentido, entendemos que o processo de desenvolver-se profissionalmente abarca duas vertentes: uma de desenvolvimento pessoal e outra de desenvolvimento de conhecimentos, atitudes, habilidades e competências mais específicas (Oliveira, 1997). Isso significa que as mudanças no campo profissional não se dissociam das transformações vividas no nível pessoal, mas, sim, integram-nas e sustentam-nas. Esse processo "envolve a pessoa do professor numa multiplicidade de vertentes, dentre as quais se destacam as formas de apreensão e organização dos conhecimentos, os valores, as crenças, as atitudes, os sentimentos e as motivações" (Oliveira, 1997, p. 95).

Pretendemos, nesse artigo, apresentar o trabalho colaborativo – envolvendo professores, futuros professores e pesquisadores – como contexto valioso e ferramenta poderosa para o desenvolvimento profissional dos envolvidos. Consideramos que a parceria entre a universidade e a escola seja um caminho fecundo e viável para uma mudança significativa no ensino e na aprendizagem da Matemática em todos os níveis. Com isso queremos dizer que não apenas o futuro professor e o professor dos níveis fundamental e médio necessitam aprofundar seus saberes e aprimorar suas práticas, mas que também o professor universitário, muitas vezes, pesquisador, necessita rever suas

² Entendemos que tanto o futuro professor quanto o professor em exercício são aprendizes constantes de seu ofício.

próprias práticas e saberes e tem muito a aprender com os demais. Reforçamos essa visão em contraposição à idéia implícita (nas atuais práticas e propostas de formação) de que o professor pesquisador que leciona nas universidades já está 'pronto' para seu trabalho e é quem mais tem a oferecer nas propostas de formação. A nosso ver, todos os professores e os que se constituirão professores muito têm a contribuir para o desenvolvimento de práticas mais significativas de ensino e aprendizagem da Matemática a partir da construção de saberes mais condizentes com as mesmas.

Embasando essas idéias está nossa concepção de trabalho colaborativo e nossas próprias experiências. Procuramos, a seguir, definir³ o trabalho colaborativo apresentando suas características e diferenciando-o de termos próximos e, muitas vezes, empregados como sinônimos.

Caracterizando a noção de trabalho colaborativo

“processo de criação compartilhada: dois ou mais indivíduos com habilidades complementares interagindo para criar uma compreensão compartilhada que nenhum possuía previamente ou poderia ter construído por si próprio⁴” (Schrage, 1990, p. 33).

Há algum tempo, os conceitos de trabalho em grupo, aprendizagem cooperativa e colaboração, dentre outros, começaram a ser aplicados de forma mais significativa no contexto da pesquisa educacional. No entanto, tais conceitos têm sido utilizados e entendidos de várias formas, muitas vezes como sinônimos, o que dificulta a comunicação. Termos como cooperação e colaboração apresentam distinções significativas e, no entanto, isso nem sempre é considerado. Portanto, torna-se importante esclarecer não apenas o nosso entendimento do conceito de trabalho colaborativo, diferenciando-o de termos próximos, mas também seu sentido e importância em nossa pesquisa.

Embora tais conceitos se relacionem à idéia de um grupo de pessoas mobilizado por uma meta, existem algumas diferenças. Segundo Dillenbourg et al. (1996, p. 189):

“a cooperação e a colaboração não diferem em termos de se a tarefa é dividida ou não, mas em virtude da forma pela qual é distribuída; na cooperação a tarefa é dividida (hierarquicamente) em subtarefas independentes; na colaboração os processos cognitivos

³ Entendemos toda definição como provisória, como resultado de nosso atual estágio de leitura, estudo e reflexão, porém, sempre sujeita à revisão e reformulação, nunca estática. Sua importância, apesar de sua provisoriedade, reside no fato de nos permitir comunicar idéias de forma mais clara e objetiva, permitindo ao leitor identificar as premissas que nos orientam, bem como idéias que fundamentam nosso trabalho.

⁴ “the process of *shared creation*: two or more individuals with complementary skills interacting to create a shared understanding that none had previously possessed or could have come to on their own”

podem ser (sem hierarquia) dividido em camadas entrelaçadas. Na cooperação, a coordenação apenas é requerida quando se reúnem resultados parciais, enquanto que a colaboração é... uma atividade coordenada, sincronizada que é resultado de uma tentativa contínua de construir e manter uma concepção compartilhada de um problema”.

Para Panitz (1996), a diferença chave entre ambos os termos está no foco do controle. Enquanto a cooperação envolve um centro de controle, ou seja, é controlada por alguém (um professor, um pesquisador, uma autoridade) com uma meta específica em mente, na colaboração a autoridade é transferida para o grupo. Dessa forma, a colaboração implica na distribuição e compartilhamento da liderança, dos recursos, dos riscos, do controle e dos resultados (HAMMOND-KAARREMAA, 2002).

A cooperação é aplicada, freqüentemente, como uma estratégia de ensino. A chamada aprendizagem cooperativa, geralmente, vem associada a estratégias de trabalho em pequenos grupos nos quais os alunos procuram solucionar problemas e/ou produzir conhecimento de modo conjunto (Davidson e Kroll, 1991; Yackel, Cobb e Wood, 1991; Slavin, 1996; Antil et al., 1998; Hopkins, Beresford e West, 1998; etc.). Nesses ambientes, a participação dos alunos é mais ativa e, eles, em pequenos grupos, buscam construir soluções para as atividades propostas. Contudo, a organização das aulas, bem como a escolha das tarefas, geralmente cabe ao professor. Em outras palavras, o poder de decisão e escolha dos alunos não é muito amplo. Do mesmo modo, muitos programas de educação continuada são organizados de forma que o professor disponha de alguma autonomia e participe de atividades e propostas de modo mais ou menos ativo. Contudo, a proposta norteadora do curso, seminário ou grupo de estudo, é trazida de fora, elaborada por alguém (por ex., coordenador, formador, etc).

Na colaboração, cada indivíduo participa da maioria das decisões: escolher a meta, definir as estratégias, definir as tarefas, avaliar o resultado; e o faz consciente de que é algo realmente importante para ele, algo que tanto beneficia o grupo como um todo, quanto a ele diretamente. Assim, a quantidade de esforço empregado, o gasto de recursos e o grau de compromisso são maiores que nos relacionamentos de cooperação e coordenação, uma vez que as duas últimas envolvem a idéia de trabalhar junto, mas com menos compromisso em relação às metas comuns. Para Hall e Wallace (1993), os relacionamentos de colaboração implicam em que “todos os parceiros valorizam esta forma de trabalhar o suficiente para comprometerem-se a fazê-lo: eles escolhem se engajar em um trabalho conjunto para alcançar metas comuns” (p.105). A colaboração

envolve um grau significativo de parceria voluntária que a distingue de um relacionamento de dominação e submissão. “Os motivos para colaborar podem ser mais ou menos abertos, variando do prazer intrínseco pelo apoio mútuo para trabalhar junto a meios de favorecer as carreiras dos indivíduos” (Hall e Wallace, 1993, p. 105).

Entendemos a dinâmica de um grupo de trabalho colaborativo em um sentido bem próximo à idéia de *comunidade de prática* desenvolvida por Lave e Wenger (1991) e Wenger (1998). Como as comunidades de prática, um grupo de trabalho colaborativo seria aquele no qual:

- a participação é voluntária e todos os envolvidos desejam crescer profissionalmente,
- a confiança e o respeito mútuo fundamentam todo o trabalho,
- os participantes trabalham juntos (*co-laboram*) por um objetivo comum, construindo e compartilhando significados acerca do que estão fazendo e do que isso significa para suas vidas e para sua prática pedagógica,
- os participantes se sentem à vontade para se expressar livremente e estão dispostos a ouvir críticas e a mudar,
- não existe uma verdade ou orientação única para as atividades. Cada participante pode ter diferentes interesses e pontos de vista, aportando distintas contribuições, ou seja, existirão diferentes níveis de participação.

Um ponto relevante na constituição de grupos de trabalho colaborativo é, a nosso ver, a percepção da participação no grupo como fonte de aprendizagem. Ou seja, o grupo torna-se o contexto no qual são criadas oportunidades para o professor explorar e questionar seus próprios saberes e práticas, bem como aprender a partir dos saberes e práticas de outros professores, permitindo-lhe aprender através do desafio das próprias convicções.

Com esta visão, rompemos com a visão dicotômica ainda muito presente em pesquisas e propostas de formação inicial e continuada: nem acreditamos que a universidade e a teoria nela produzida sejam as únicas fontes de produção de conhecimento e detentores da verdade sobre o ensino (visão do ‘conhecimento para a prática’ conforme Cochran-Smith e Lytle, 1999), nem concordamos que basta dar aos professores oportunidade para experimentar e aprender com professores *experts* (visão do ‘conhecimento na prática’ conforme Cochran-Smith e Lytle, 1999) para que o desenvolvimento profissional ocorra. É na fronteira entre essas duas perspectivas que nos

parece estar uma visão alternativa para o processo de desenvolvimento profissional: na combinação dos conhecimentos de ambas as culturas (acadêmica e escolar), sem supervalorizar uma em detrimento da outra, mas utilizando-as de forma complementar, aproveitando o melhor em cada uma.

Nesse artigo, discutimos esta dupla função do trabalho colaborativo – tanto contexto propício quanto ferramenta útil – no desenvolvimento profissional do professor e do futuro professor de Matemática.

O trabalho colaborativo como ferramenta e contexto para o desenvolvimento profissional: compartilhando experiências

Em diversos países do mundo, experiências envolvendo a colaboração entre professores e pesquisadores têm sido desenvolvidas. Menos freqüentemente, encontramos algumas tentativas de envolver o futuro professor em propostas dessa natureza. Destacaremos aqui apenas algumas experiências envolvendo professores de Matemática à título de exemplo (para conhecer outras experiências com maiores detalhes, ver Ferreira, 2003).

Uma proposta interessante foi desenvolvida por Sowder e Schappelle (1995) e Sowder et al. (1998). Nesse projeto, financiado pela Universidade de San Diego juntamente com o National Center for Research in Mathematical Sciences Education (NCRMSE), participaram pesquisadores e professores voluntários que sentiam a necessidade de aprofundar seus conhecimentos de Matemática. O projeto aconteceu na forma de seminários quinzenais de três horas cada. Algumas vezes aconteciam apresentações formais, outras vezes ocorriam discussões de muitos tipos (tópicos de Matemática selecionados pelos pesquisadores ou requisitados pelos professores, pensamentos dos próprios professores sobre itens de um teste de conhecimento matemático que eles haviam realizado, desempenho de alunos etc.), ou, ainda, questões originadas a partir das apresentações. Os professores eram observados durante diversas aulas e as pesquisadoras conduziram estudos de caso como uma forma de responder às suas próprias questões de pesquisa.

Esse estudo chamou-nos a atenção por diversos motivos: a organização dos encontros, o envolvimento dos pesquisadores e as atividades propostas. A organização dos encontros tem como base a preocupação central que parece reunir os participantes – o desejo de aprofundar os conhecimentos matemáticos – e se desenvolve através de

atividades orientadas pelos pesquisadores. Essas atividades envolviam estudo, leitura, testes, dentre outras. Ou seja, foge à idéia, passada por alguns estudos, de que o grupo é um espaço pouco estruturado, sem metas bem definidas e objetivos claros de estudo. No caso em pauta, os participantes buscavam uma meta específica e se empenharam em alcançá-la de modo persistente e esforçado. Além disso, os pesquisadores demonstravam uma participação ativa. Não parece haver o receio de trazer contribuições da academia – textos, convidados – como algo que sugerisse que apenas esses conhecimentos fossem válidos. Também não existe o receio de assistir às aulas dos professores. Em outras palavras, pareceu-nos que o grupo tinha uma preocupação séria e que havia respeito, confiança e responsabilidade permeando a relação.

Uma experiência envolvendo apenas professores é apresentada por Stein, Silver e Smith (1998). Essas pesquisadoras acompanharam o desenvolvimento do projeto QUASAR em algumas escolas e analisaram os processos vividos pelos professores. Nesse projeto, “os professores planejavam juntos, discutiam a prática de ensino uns com outros, desenvolviam um consenso nas formas de avaliar o pensamento de seus alunos e davam suporte uns aos outros durante momentos difíceis no processo de mudança” (Stein, Silver e Smith, 1998, p.20-21). Essa proposta fundamentava-se em uma nova perspectiva em relação à formação e desenvolvimento profissional, na qual os professores, reunidos com colegas dentro da escola, se empenhavam em proporcionar experiências matemáticas de qualidade para seus alunos.

Esse estudo indica que, quando existem as condições e o apoio necessários, os professores podem vir a perceber as oportunidades de trabalhar colaborativamente com os colegas sobre questões importantes (por ex., planejamento do currículo e desenvolvimento de avaliação) como essenciais para seu crescimento profissional.

"As observações dos professores (e o padrão geral de suas respostas) sugerem que alguma coisa importante estava acontecendo entre os professores, especialmente à medida que seu tempo de envolvimento com o projeto se estendia. Não existe dúvida que suas experiências com o apoio de companheiros durante os primeiros anos do projeto foram fontes iniciais importantes de aprendizagem do professor, como foi afirmado pelos professores. Contudo, a história de sua aprendizagem não pára aqui. [...] os professores claramente viam suas interações uns com os outros em uma variedade de ambientes como influências importantes sobre seu crescimento e desenvolvimento. [...] eles

perceberam a si mesmos - e eram percebidos pelos outros – como um grupo identificável de indivíduos unidos por sua meta comum de desenvolver uma abordagem visualmente embasada para o ensino de Matemática em suas salas de aula” (Stein, Silver e Smith, 1998, p. 28).

Um estudo que trata da colaboração entre uma professora e uma pesquisadora é o de Raymond e Leinenbach (2000). Dentro desse artigo, Anne Raymond, educadora matemática da universidade e Marilyn Leinenbach, professora de Matemática da 8ª série, apresentam “a história da transformação de uma professora de Matemática que resultou de seu engajamento em uma pesquisa ação colaborativa” (p. 283). Essa pesquisa colaborativa, conduzida pelas autoras, concentrou-se em investigar os resultados da implementação da abordagem ‘*Hand-on Equations*’⁵ para o ensino de álgebra. Este estudo algébrico é brevemente relatado e serve às autoras como base para examinar as questões, reflexões e mudanças produzidas por Marilyn através do processo colaborativo. Assim, o projeto de investigar o ensino e a aprendizagem de álgebra pode ser visto como um ‘sub-estudo’ dentro do estudo maior sobre os efeitos da pesquisa ação colaborativa sobre o professor de Matemática envolvido na investigação. Questões relacionadas ao estudo mais amplo da pesquisa ação colaborativa na matemática em sala de aula, que estão conectadas à transformação de Marylin, são discutidas. Essas questões incluem a caracterização e as metas para a pesquisa ação colaborativa bem como os desafios para a pesquisa ação colaborativa nas salas de aula de Matemática.

Em todos os exemplos, o grupo tem como meta comum o propósito de conhecer melhor a cultura de sala de aula, e mais especificamente, a prática pedagógica. Como a prática – seus problemas, o desejo de fazer melhor – é geralmente o elemento que une seus participantes, o grupo estuda, reflete e produz saberes, sempre com o objetivo de superar coletivamente as dificuldades aí encontradas. Desta forma, elementos como: o questionamento, a reflexão individual e coletiva, o confronto entre as próprias práticas e a dos colegas, bem como os aportes teóricos e as investigações desenvolvidas nas universidades e nas escolas, são propiciados pela participação em um grupo colaborativo. E nesse sentido, não estamos nos referindo a um objetivo de interesse apenas dos professores que desenvolvem a prática pedagógica analisada, mas a todos os envolvidos, pois também os pesquisadores e professores da universidade também se interessam e têm muito a aprender sobre essa cultura real da sala de aula. Em suma, todos aprendem e todos ensinam, em diferentes níveis e de diferentes formas.

⁵ Essa expressão significa algo como ‘mãos sobre as equações’ ou ‘manipulando equações’.

No Brasil, inúmeras iniciativas de trabalhos de natureza cooperativa e colaborativa começam a se desenvolver. Pesquisas como a de Araújo (1998), Nacarato (2000), Volquind (2000), Souza Jr. (2000), Cancian (2001) ilustram esse movimento na área da Formação e Desenvolvimento profissional do professor que leciona Matemática.

Analisaremos brevemente aqui duas experiências brasileiras das quais participamos. A primeira, desenvolvida com pesquisadoras da UNICAMP e professoras de Matemática do Ensino Fundamental e Médio de escolas de Campinas e a segunda, em andamento, envolvendo pesquisadoras da UFOP, professores/alunos do curso de Especialização em Educação Matemática da UFOP, alunos do curso de Licenciatura em Matemática da UFOP e professores de Matemática de Ouro Preto.

Experiências brasileiras: o caso de Campinas e o caso de Ouro Preto

A primeira experiência aconteceu ao longo do ano de 2001. De janeiro a dezembro desse ano, duas pesquisadoras e quatro professoras de Matemática se reuniram, sistematicamente, aos sábados pela manhã. Todas eram voluntárias e não havia nenhum certificado ou ajuda de custo. O que unia aquele grupo era o desejo sincero de aprender e produzir alterações significativas em sua prática pedagógica.

O grupo, no entanto, não começou colaborativo, tal como definimos esse termo. No início, as professoras da escola esperavam que as professoras da universidade preparassem os encontros e trouxessem as contribuições. Porém, gradativamente, todas passaram a participar de modo mais intenso nas decisões e responsabilidades do trabalho do grupo, preparando textos e materiais, realizando investigações em sala de aula, enfim, participando ativamente do movimento do grupo. Nesse processo, passamos da cooperação para a colaboração através do respeito mútuo, do espaço compartilhado e da tomada de decisões coletivas.

Temas como frações, funções e probabilidades foram estudados em profundidade pelo grupo. Leituras sobre o surgimento e a evolução histórica de cada conceito, sobre as dificuldades enfrentadas por professores e alunos no processo de ensinar e aprender o conceito, bem como alternativas propostas para um trabalho mais significativo com o

mesmo foram analisadas cuidadosamente. Experimentávamos cada nova atividade e analisávamos criticamente seu potencial para as salas de aula. Algumas foram inclusive implementadas em diferentes classes e os distintos resultados obtidos foram compartilhados. Também assistíamos às aulas umas das outras, em alguns momentos, e procurávamos nos ajudar mutuamente.

Ao final do ano era perceptível uma ampliação dos saberes e dos processos metacognitivos de todas as professoras. Entretanto, o processo de aprendizagem e mudança não ocorreu da mesma forma para todas. Observamos que o grupo cumpriu funções distintas para cada um de seus membros, e que as diferenças se mostram associadas à experiência, ao estágio de vida, à história pessoal e profissional e às características pessoais de cada professora. Todas ampliaram seus conhecimentos acerca dos conteúdos estudados no grupo, acerca da didática desses conteúdos e acerca da forma de pensar de seus alunos; contudo, de acordo com a experiência, o momento de vida e características pessoais de cada uma, os saberes foram assimilados e relacionados de uma forma distinta. Em outras palavras, cada professora deu um sentido próprio à experiência proporcionada pela participação no grupo.

O grupo tornou-se um espaço para o qual cada um de nós trazia suas expectativas, experiências e pontos de vista epistemológicos e do qual buscava extrair respostas. Logo aprendemos que o tempo é um elemento essencial e a perseverança e o empenho são qualidades imprescindíveis para se alcançar os objetivos.

Acreditamos que o sucesso desse grupo, em parte, se deva ao fato de termos conseguido reunir a maior parte das condições desejáveis para esse tipo trabalho: o tamanho do grupo não foi superior a seis pessoas; estabelecemos uma agenda regular de reuniões, com datas combinadas coletivamente e com antecedência; implicitamente havia condições estabelecidas (por ex., realização de tarefas); desenvolvemos um plano de ação coletivo, ou seja, nossos encontros seguiam uma meta delineada pelo grupo (por ex., aprofundar o conhecimento sobre o tema funções, desenvolver novas estratégias para construir os conceitos em sala de aula); houve um constante estímulo aos registros pessoais e coletivos, bem como à reflexão individual e coletiva; procurávamos garantir o mesmo *status* a todos os membros (todos possuíam o mesmo direito de opinar e se expressar e sempre eram ouvidos com atenção); nosso foco estava sobre o ensino e a aprendizagem da Matemática; realizávamos avaliações periódicas etc. (Murphy e Lick,

1998). Conseguimos nos organizar de tal forma que as pessoas envolvidas realmente se sentiram ativas, agentes do próprio processo de desenvolvimento profissional, dentro de um grupo efetivamente dedicado ao estudo, à troca e à construção de conhecimento e alternativas para os problemas enfrentados.

Além disso, ao contrário de pesquisas que defendem a constituição de grupos formados apenas por professores (por ex., Antúñez, 1999), em nosso grupo, a parceria professor-pesquisador, escola-universidade, mostrou-se um aspecto construtivo, positivo e que imprimiu uma dinâmica particular aos nossos trabalhos. Percebemos que, dependendo das características dos membros do grupo e de seus propósitos coletivos, essa parceria pode trazer grandes benefícios para ambos.

Essa experiência mostrou que fatores como tempo, compromisso, foco no conteúdo e sua didática, registro pessoal e coletivo, e, principalmente, o afeto, respeito e companheirismo, fizeram a diferença. Inúmeras foram as dificuldades enfrentadas, porém, a vontade de crescer e o apoio coletivo ajudaram-nos a vencê-las. Para maiores detalhes, ver a Tese de Ferreira (2003).

A segunda experiência apenas está iniciada. Porém, conta com um histórico que lhe oferece grande chance de sucesso. Há cerca de cinco anos, o NIEPEM (Núcleo Interdisciplinar de Estudo e Pesquisa em Educação Matemática da UFOP), coordenado pela Prof^a. Dr^a. Roseli de Alvarenga Corrêa, vem envolvendo alunos da Licenciatura em Matemática e alunos da Especialização em Educação Matemática nas atividades desenvolvidas pelo núcleo. Dentre elas destacamos o *Projeto Matemática na Escola* que se propõe a oferecer cursos, oficinas e seminários a professores que lecionam Matemática no Ensino Fundamental e Médio. Nesse contexto, alunos, professores/alunos (da Especialização) e a pesquisadora têm organizado e desenvolvido os trabalhos coletivamente. Todas as atividades realizadas são cuidadosamente registradas e organizadas, de modo que os alunos que ‘entram’ para o Projeto a cada semestre, bem como as pessoas que buscam conhecê-lo possuem uma rica fonte de informações sobre cada curso, oficina ou seminário – seus textos, atividades e organização –, dados sobre os participantes e relatórios sobre o desenvolvimento dos trabalhos.

No momento, estamos iniciando o Curso de Extensão para professores de Matemática que lecionam para o Ensino Médio, ou que se interessam pelos conteúdos desse nível de ensino. Nosso trabalho começou há cerca de três meses, quando nos

reunimos pela primeira vez para discutir sobre a necessidade de constituir um grupo de estudos e prática sobre as questões do Ensino Médio e envolver os professores da região nessa discussão. Escolhemos o tema Geometria como ‘um começo de conversa’ e organizamos a ementa de um primeiro curso de uma série que batizamos ‘*Repensando a Matemática no Ensino Médio*’.

Além de convidar os professores de Matemática da região, estendemos o convite a alunos da Licenciatura que ainda não participaram das atividades do NIEPEM. Nossa intenção era possibilitar-lhes conviver com professores de Matemática, aprender com eles, refletir sobre os conteúdos com os quais irá trabalhar e repensar sua própria formação.

Constituímos um grupo de estudo – envolvendo pesquisadoras, professores/alunos (da Especialização) e alunos da Licenciatura – e organizamos encontros semanais de leitura e discussão de textos e preparação de atividades. Todas as etapas, da escolha do tema à divulgação do curso nas escolas, da escolha do dia dos encontros às atividades a serem desenvolvidas, foram decididas coletivamente.

Embora não seja ainda um grupo de trabalho colaborativo, uma vez que existe uma certa coordenação das ações por parte das pesquisadoras, sentimos que estamos a caminho. Evidências disso surgem a cada novo encontro. Estamos lendo um material português produzido para professores do Ensino Médio e combinamos de selecionar e preparar atividades para compartilhar com o grupo. Cada membro agiu à sua maneira: adaptou uma atividade, realizou um experimento, etc. Observamos que já existe um espaço de autonomia e valorização da expressão individual. Além disso, começamos a receber o pagamento da inscrição e o grupo decidiu consensualmente como aplicá-lo: ‘investindo’ no café a ser servido nos encontros para os participantes, adquirindo alguns materiais para os encontros, separando uma parcela para a aquisição de livros etc.

O curso iniciou, e juntos, o estamos desenvolvendo. Combinamos a dinâmica de cada encontro, dividimos tarefas e após o mesmo, avaliamos nossa atuação e levantamos possibilidades de melhorá-lo. Paralelamente a isso, propusemos aos participantes do curso a construção de uma parceria, na qual, gradativamente, passassem a participar mais das atividades do núcleo e que, ao final desse curso, definissem qual seria o próximo tema a ser desenvolvido. Apresentamos a eles a possibilidade de constituirmos

um grande grupo de estudo, pesquisa e desenvolvimento de alternativas para o ensino da matemática no Ensino Médio. Em nosso primeiro encontro, expressamos as idéias que dão suporte a nosso projeto:

Esse curso surge como o início de um amplo diálogo entre a universidade e os professores de Matemática do Ensino Médio de Ouro Preto, Mariana e região. Ele se propõe a fazer parte de um projeto maior: “Repensando a Matemática no Ensino Médio”, no qual serão oferecidos uma série de cursos voltados para o ensino de Matemática nesse nível. Cada curso será voltado para uma área da Matemática e poderá ter continuidade de acordo com o interesse da comunidade escolar.

Nossa proposta é procurar estabelecer uma parceria entre pesquisadores, futuros professores e professores de modo a construir – coletivamente – novas alternativas para o ensino de Matemática. Ou seja, além de proporcionar oportunidades de desenvolvimento profissional aos professores de Matemática já inseridos no mercado de trabalho, também nos propomos a contribuir para crescimento profissional do professor em formação, oferecendo-lhe a chance de conviver com professores experientes, de aprender com eles e também de participar da elaboração de propostas de ensino, oferecendo sua criatividade como contrapartida. Observamos que existem inúmeras propostas interessantes criadas por alunos da licenciatura que, muitas vezes, nunca são implementadas. Tanto seria benéfico para a formação desses futuros professores aplicar na prática suas idéias e propostas, quanto seria rico para os professores das escolas entrar em contato com essa produção e contribuir para a formação de seus futuros colegas. E, tudo isso, mediado pela participação do professor pesquisador cujo papel é organizar a dinâmica dos encontros, trazendo a contribuição da produção acadêmica e mediando o diálogo entre as diversas dimensões envolvidas.

Esse primeiro curso pretende funcionar como um piloto, uma experiência inicial cujos resultados nortearão a continuidade dos trabalhos. Nossa pretensão é oferecer aos professores cursos direcionados para suas necessidades e interesses.

Não nos propomos a apresentar ‘receitas’, nem a implantar novas metodologias de modo acrítico. Buscamos, na realidade, constituir um espaço de colaboração no qual cada esfera – pesquisa, formação inicial, prática – possa oferecer suas contribuições e proporcionar elementos para o crescimento de todos.

Ao final de cada encontro, nos reunimos para refletir criticamente sobre o mesmo e planejar o próximo. Além disso, nossos encontros de estudo e experimentação de propostas alternativas continua acontecendo. Cada um de nós tem se empenhado em trazer suas contribuições e todos parecem entusiasmados com a experiência. Uma certeza é comum: temos aprendido muito. Aprendido sobre Geometria, sobre o trabalho com professores, sobre o trabalho coletivo e sobre nós mesmos.

Considerações finais

Entendemos que a aprendizagem é o 'motor' do desenvolvimento profissional e da mudança. Aprender é alterar/ampliar/rever/avançar em relação aos próprios saberes, à própria forma de aprender e à prática pedagógica. Sabemos, contudo, que, muitas vezes, as pressões e preocupações da rotina cotidiana na sala de aula inibem a adoção de novas propostas, frutos da reflexão pessoal, do contato com outros profissionais ou da participação em cursos ou seminários. Nesse caso, diminui a possibilidade de aprender e mudar.

Acreditamos que os professores e futuros professores trazem consigo o potencial da mudança e, ao aliar seus saberes e práticas ao estudo, aprendizagem e reflexão conjunta sobre temas trazidos por eles, mas fundamentados pela produção realizada em diversas instâncias (escola, universidade, governo, etc), torna-se possível desenvolver uma nova cultura escolar de investigação e construção coletiva. Contudo, é importante ressaltar que, embora esse processo possa, visto de fora (e usualmente também pelos próprios indivíduos), parecer um crescimento uniforme e contínuo, na realidade, o ritmo do crescimento varia de pessoa para pessoa.

Esse é um processo que depende do tempo, das experiências vividas, das oportunidades, do apoio de outros, da forma pessoal de reagir e lidar com obstáculos, dentre outras variáveis. Concordamos com Baird (1997) em que um processo de mudança envolve: a) o conhecimento do ensino (sua natureza, técnicas e características pessoais), b) a consciência de como se está ensinando (avaliação da natureza, do contexto e do como tem progredido o ensino) e c) o controle sobre como se está ensinando (tomada de decisões adequadas quanto ao enfoque, o processo e os resultados do ensino).

Nesse sentido, como Baird (1997, p. 7-8) entendemos que o tempo se torna “um elemento crucial da mudança, por dois motivos: é o recurso mais importante para se alcançar a mudança e muitas vezes, são necessários alguns anos para se implementar mudanças duráveis”. Ou seja, a mudança depende do desejo e da atividade do futuro professor e/ou professor associados a condições favoráveis (apoio, suporte intelectual, espaço e tempo).

Para isso, a colaboração, enquanto construção coletiva da visão que norteia o movimento, tem muito a oferecer. Uma visão construída a partir de muitas vozes – vozes de professores, futuros professores, pesquisadores –, pois, tanto “um mundo de voz sem visão é um mundo reduzido a um falar ininteligível e caótico, no qual não existem formas de arbitragem entre as vozes, que as possam reconciliar ou aproximar”, quanto uma visão desprovida de voz, na qual os propósitos são impostos e o consenso é fabricado, perde seu papel transformador (Hargreaves, 1998, p. 284). Isso envolve a construção da confiança nas pessoas e nos processos, bem como uma valorização de mudanças culturais mais que estruturais e de processos mais que propósitos, o fortalecimento dos professores e de seu poder de tomada de decisão, bem como das culturas escolares e de todos os envolvidos de modo que possam, eles próprios, realizar as mudanças necessárias, de modo gradativo e contínuo.

Propostas como as apresentadas sinalizam que existem professores interessados em mudar, em desenvolver-se profissionalmente, que a colaboração constitui-se um tipo de relacionamento promissor, embora difícil, para o processo de desenvolvimento profissional, e que, antes de mais nada, necessita-se de vontade política e maior empenho das universidades e escolas na estruturação de parcerias de sucesso – equitativas, baseadas no diálogo e no compromisso mútuo para com a melhoria da nossa educação.

Referências Bibliográficas

ANTIL, Laurence; JENKINS, Joseph; WAYNE, Susan e VADASY, Patricia. Cooperative learning: prevalence, conceptualizations, and the relation between research and practice. *American Educational Research Journal*, vol. 35, no. 3, 1998, p. 419-454.

ARAÚJO, Elaine Sampaio. *Matemática e Formação em Educação Infantil: biografia de um projeto*. (Mestrado, Universidade de São Paulo, 1998).

BAIRD, John R. *Orientaciones para un Efectivo Desarrollo Profesional del Docente. Lecciones basadas en Investigaciones realizadas en Escuelas Australianas*. (Documento apresentado no Seminário Internacional de Formación de Profesores, Santiago, 10-12 março de 1997).

CANCIAN, Ana Karina. *Reflexão e Colaboração Desencadeando Mudanças - Uma Experiência de Trabalho junto a Professores de Matemática*. Capivari - SP. (Dissertação de Mestrado, UNIVERSIDADE EST.PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO/RIO CLARO, 2001).

COCHRAN-SMITH, M. e LYTLE, S. Relationships of knowledge and practice: teacher learning in communities. (In: IRAN-NEJAD, A. E PEARSON, P. D. [eds.] *Review of Research in Education*, 24, 1999, p. 249-305).

COONEY, Thomas J. e SHEALY, Barry E. On Understanding the Structure of Teachers' Beliefs and their Relationship to Change. (In: FENNEMA, E. e NELSON, B.S. [eds.] *Mathematics Teachers' in Transition*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publisher, 1997, p. 87-109).

DAVIDSON, Neil e KROLL, Diana L. An overview of research on cooperative learning related to mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, Vol. 22, No. 5, 1991, p. 362-365.

DILLENBOURG, P., BAKER, M., BLAYE A. & O'MALLEY, C. The evolution of research on collaborative learning. (In: P. REIMANN & H. SPADA [Eds.] *Learning in humans and machines. Towards an interdisciplinary learning science*, London: Pergamon, 1996, p. 189 - 211).

FERREIRA, Ana Cristina. *Metacognição e desenvolvimento profissional: uma experiência de trabalho colaborativo*. (Tese de Doutorado, FE/UNICAMP, 2003).

HALL, Valerie e WALLACE, Mike. Collaboration as a subversive Activity: a professional response to externally imposed competition between schools? *School Organization*, vol. 13, no. 2, 1993, p. 101-117.

HAMMOND-KAARREMAA, LIZ. *Supporting Faculty Communities of Practice using Collaborative Technologies* (Thesis of Master of Arts in Distributed Learning, Royal Roads University, 2002).

HOPKINS, David; BERESFORD, John e WEST, Mel. Creating the conditions for classroom and teacher development. *Teacher and Teaching: theory and practice*, vol. 4, no.1, 1998, p. 115-141.

LAVE, Jean e WENGER, Etienne. *Situated Learning: legitimate peripheral participation*. New York: Cambridge University Press, 1991.

Mc COTTER, Suzanne S. Collaborative groups as professional development. *Teaching and Teacher Education*, 17, 2001, p. 685-704.

MITCHELL, Ian. A perspective on Teaching and Learning (In: BAIRD, John R. e NORTHFIELD, Jeff R. *Learning from the PEEL Experience*. Melbourne: Monash University Printery, 1995, 2a ed., p.178-193).

NACARATO, Adair Mendes. *Educação Continuada sob a perspectiva da Pesquisa-Ação: Currículo em ação de um grupo de professores ao aprender ensinando Geometria*. (UNICAMP, 2000, Tese de Doutorado).

OLIVEIRA, Lúcia. A Acção-Investigação e o Desenvolvimento Profissional dos professores: um estudo no âmbito da formação continuada. (In: SÁ-CHAVES, I. [org.] *Percursos de Formação e Desenvolvimento Profissional*. Porto (Portugal): Porto Editora, 1997, p. 91-106).

RAYMOND, Anne e LEINENBACH, Marylin. Collaborative action research on the learning and teaching of algebra: a story of one mathematics teacher's development. *Educational Studies in Mathematics*, 41: 283-307, 2000.

SLAVIN, Robert E. Research on Cooperative Learning an Achievement: What we know, what we need to know. *Contemporary Educational Psychology*, 1996, 21, p. 43-69.

SOUZA JÚNIOR, Arlindo José de. *Trabalho Coletivo na Universidade: Trajetória de um grupo no processo de ensinar e aprender Cálculo Diferencial e Integral*. (UNICAMP, 2000, Tese de Doutorado).

SOWDER, Judith T. e SCHAPPELLE, Bonnie P. (eds.) *Providing a Foundation for Teaching mathematics in the Middle Grades*. New York: State University of New York Press, 1995.

STEIN, Mary K.; SILVER, Edward A. e SMITH, Margaret S. Mathematics Reform and Teacher development: a community of practice perspective (In: GREENO, J. e Goldman, S. [orgs.] *Thinking practices in Mathematics and Science Learning*. Hilldale: Lawrence Erlbaum Ass., 1998, p. 17-52)

VOLQUIND, Lea. *O processo de mediação e a construção do conhecimento matemático: vivência de professores de séries iniciais de uma escola de professores*. (Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul , 2000).

WENGER, Etienne. *Communities of Practice: learning, meaning, and identity*, New York: Cambridge University Press, 1998.

YACKEL, Erna; COBB, Paul e WOOD, Terry. Task-related verbal interaction and mathematics learning in small groups. *Journal for Research in Mathematics Education*, Vol. 22, No. 5, 1991, p. 390-408.

MR8 FORMAÇÃO DE PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA

AS PROFESSORAS DOS CICLOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL E A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Roberto Antonio Marques

***“As palavras dançam nos olhos das pessoas
conforme o palco dos olhos de cada um”.***
(Almada Negreiros)

Normalmente ao iniciar o trabalho com a disciplina de metodologia do ensino da Matemática no curso de formação de professores para os ciclos iniciais do Ensino Fundamental, minha primeira solicitação às alunas é pedir que elas relatem como têm sido suas relações com a Matemática nesses anos todos de escolarização, até chegarem à faculdade. As respostas a essa solicitação são do tipo: “foi horrível”, “não aprendi nada”, “sou traumatizada com a matemática”, “fui reprovada na 7ª série”, “detestava o professor”, “fui considerada incompetente para aprender matemática”, “não posso ver nada que diz respeito à matemática que eu passo mal”, dentre outras. Há também relatos positivos do tipo: “não tive dificuldades”, “adoro matemática”, mas infelizmente são poucos, na última pesquisa realizada em sala foram algo da ordem de 4 relatos em 33. Percebemos então que, para a maioria das futuras professoras dos ciclos iniciais do Ensino Fundamental, a vivência com a disciplina Matemática tem sido freqüentemente caracterizada, na fala das próprias futuras docentes, por expressões que denotam estados de repulsa, de insatisfação, de angústia, de medo e algumas poucas falas de satisfação e prazer.

Essas falas que demonstram uma relação pouca amistosa com a matemática têm nos chamado à atenção para algumas questões que são fundamentais, principalmente quando pensamos que essas professoras, em um dado momento das suas vidas profissionais, estarão ensinando Matemática às crianças dos primeiros ciclos do Ensino Fundamental. Qual o significado que a Matemática tem na vida e na formação humana dessas professoras? Qual a importância que elas dão à Matemática na formação de seus alunos? Que concepções de Educação Matemática permeiam o discurso dessas professoras no contexto escolar? Que significados têm para elas ensinar Matemática?

Refletindo sobre essas questões entendemos, como Forquin, que

Todo questionamento ou toda crítica envolvendo a verdadeira natureza dos conteúdos ensinados, sua pertinência, sua consistência, sua utilidade, seu interesse, seu valor educativo e cultural, constitui para os professores um motivo privilegiado de inquieta reação ou dolorosa consciência (Forquin, 1993, p.9).

A identificação dessa *inquieta reação*, denunciada pelos depoimentos das professoras em formação, nos conduz à necessidade de se pensar o “fazer pedagógico” dessas professoras também a partir dos valores que atribuem ao ato de ensinar Matemática, das dimensões formativas que conferem ao ensino da Matemática, enfim da autenticidade com a qual se permitem assumir o lugar, mesmo que em momentos específicos, de *Educadoras Matemáticas* dos ciclos iniciais do Ensino Fundamental. A preocupação com essa autenticidade justifica-se na compreensão que compartilhamos com Forquin (1993) de que ninguém pode ensinar verdadeiramente se não ensina alguma coisa que seja verdadeira ou válida a seus próprios olhos.

Embora considerando a formação generalista da professora dos ciclos iniciais, e que sua função abrange a formação global de seus alunos, procuramos entender como essa profissional, em momentos específicos de seu trabalho, em que se propõe e se dispõe a ensinar Matemática, posiciona-se, atua, compreende e valoriza esse lugar que então ocupa e que entendemos ser seu lugar de Educadora Matemática.

Longe de querer desagregar esse sujeito da sua formação e atuação mais ampla, pretendemos focalizar um espaço específico de interlocução - ensinar e aprender Matemática nos ciclos iniciais da escola fundamental - cujo delineamento (contextos, objeto da interlocução, relação dos interlocutores com o objeto, pressuposições dos interlocutores sobre os locutores, intenções específicas, mecanismos de controles, interdiscursos) condiciona os sujeitos a ocuparem lugares próprios no jogo interlocutivo. Esse espaço de interlocução define e é definido por um fazer específico da professora - ensinar matemática - e esse fazer encontra ressonâncias com um fazer mais amplo de professora generalista dos ciclos iniciais do Ensino Fundamental.

Como formadores de professoras para os ciclos iniciais do Ensino Fundamental, preocupa-nos a compreensão que essa profissional tem desse lugar de Educadora Matemática não só pela influência que essa compreensão exerce sobre a maneira como as docentes vêm ocupando-o no cotidiano escolar, mas porque acreditamos que focalizar uma dimensão específica do fazer docente - que sabemos entrelaçada com outras dimensões - não significa desagregar o sujeito, mas contribuir para uma compreensão mais cuidadosa da multiplicidade que o integra.

MR8 FORMAÇÃO DE PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA

PESQUISA, LEGISLAÇÃO E PRÁTICA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: PROXIMIDADES E DISTÂNCIAS

Luly Rodrigues¹

Em 2000 fizemos uma pesquisa com o objetivo de identificar o desenho de professor de matemática feito por um grupo de docentes de um curso de Licenciatura e confrontá-lo com as propostas dos autores/ pesquisadores do campo da Educação Matemática. Este confronto buscou localizar as influências exercidas pelas propostas e pesquisas do campo da Educação Matemática sobre as representações sociais daqueles formadores.

O conceito de representação social adotado foi o de Serge Moscovici, assim sintetizado por Denise Jodelet²:

“Representação Social é uma forma de conhecimento socialmente elaborado e partilhado, tendo uma visão prática e concorrendo para a construção de uma realidade comum a um conjunto social” (JODELET apud SÁ, 1995, p.32).

Então, o acesso ao desenho de professor de matemática que os formadores traziam em suas cabeças se deu através da identificação das representações sociais de professor de matemática que eles faziam. Tal desenho é um conhecimento socialmente elaborado e partilhado. A partir dele, engendram nossas ações de formação. Além disso, ele nos cria uma realidade comum que facilita a nossa comunicação e a nossa interação profissional em geral.

Naquele momento, com esse referencial teórico, acreditávamos que confrontando as representações sociais de um grupo de formadores com aquelas feitas pelos principais autores/pesquisadores brasileiros, estaríamos dando subsídios para alimentar as discussões sobre o grau de influência exercida, sobre os formadores, pelas mais recentes pesquisas e propostas do campo da educação matemática.

¹ Professor da PUC-Minas e da FEA-FUMEC

² JODELET, D. Representations Sociales: un domaine en expansion. In: JODELET, D. *Les Representations Sociales*. Paris: Presses Universitaires de France, 1989.

Poderíamos dizer que aquele trabalho identificou nos autores/pesquisadores estudados, predominantemente, um professor de matemática que:

- Não esteja arraigado a um conhecimento matemático pronto, acabado e formalizado com base em critérios lógico-rationais produzindo verdades definitivas, infalíveis, imutáveis e neutras. Pelo contrário ele deve conceber a Matemática como um *processo* socialmente construído de representar e explicar a realidade.

- Não conceba o ensino da Matemática como uma simples transmissão de conhecimentos estáticos da mente do professor para a mente do aluno, que se dá preferencialmente através de aulas expositivas. Mas deve ser um professor que promova a aprendizagem significativa da Matemática, com o aluno no centro do processo, sendo consideradas a sua história e a sua cultura. Que essa aprendizagem seja de uma Matemática dinâmica que ajude a encontrar soluções para problemas reais.

- Não ignore, no processo de ensino aprendizagem da matemática, a presença de uma carga ideológica e de valores, tanto nas práticas sociais realizadas na sala de aula, quanto na abordagem epistemológica adotada para o conhecimento matemático. Que o professor tenha a consciência de que esse processo não é nem “neutro” nem “apolítico”.

Em síntese, poderíamos dizer que nos vimos diante de duas representações sociais de professor de matemática que possuíam em seus núcleos, diferentes concepções de Matemática e de ensinar Matemática. Tanto no grupo dos autores/pesquisadores como no grupo dos formadores, foram identificadas duas posições:

1.“Professor de matemática é aquele profissional que *transmite* o conhecimento matemático entendido como um *produto pronto e formalizado*”. Essa posição foi hegemônica entre os formadores e, ao mesmo tempo, até contestada por muitos dos autores/pesquisadores consultados.

2.“Professor de matemática é aquele profissional capaz de criar *situações-problema* que desafiem o aluno a *construir* um conhecimento matemático entendido como processo de codificação e análise dessas situações, gerando diante desses desafios,

previsões, decisões, explicações e soluções para as mesmas”. Inversamente, essa foi hegemônica entre os autores pesquisadores e incipiente entre os formadores.

Ainda com base na pesquisa, podemos afirmar que os autores-pesquisadores consultados, apontam predominantemente, para o ensino-aprendizagem da Matemática, finalidades relacionadas ao funcionamento de um mundo matematizado em todas as suas instâncias. O conhecimento matemático pode tanto servir à função operacional de, pura e simplesmente, saber agir e sobreviver nesse cenário chamado civilização ocidental, como também, para muito deles, desenvolver a função transformadora de conhecer tal cenário, identificando suas falhas e contradições para, a partir daí, propor algo novo.

Nessa perspectiva de mudança, a visão da Matemática como um processo de construção humana traz à tona as implicações sociais, políticas, econômicas, culturais e ideológicas que são inerentes a tal processo. Isso permite, ao mesmo tempo, a identificação e a constatação da função seletiva que a matemática vem cumprindo e o desvelamento de mecanismos de dominação e alinhamento com ideologias que se apoiam em certo tipo de Matemática. Os autores que vêem o processo nessa perspectiva, passam, então, a atribuir como finalidade do ensino da Matemática a tomada de consciência desse quadro e a necessidade de sua mudança.

Embora a maioria dos consultados concentrem as suas atenções no funcionamento da máquina social matematizada – e no conhecimento matemático para operá-la ou para transformá-la -, ainda existem alguns autores/pesquisadores atentos à beleza estética do fazer matemático e dos seus resultados. Poucos se referiram, diretamente, ao ensino da matemática com o objetivo de aprimorar e elevar o espírito.

Há, enfim, uma nítida tendência dos autores-pesquisadores no sentido de concentrar todas as suas preocupações com a Educação Matemática da maioria da população, para que ela exerça a cidadania em sua plenitude. Outras preocupações específicas, como a reposição dos quadros profissionais de matemáticos ou a formação daqueles profissionais que farão uso intenso de matemática, não aparecem muito em seus textos.

Tudo isso nos permitiu, naquela época, concluir que, nas representações sociais dos formadores investigados, havia pouca influência do Campo da Educação Matemática. Mas do ano 2000 para cá, muitas coisas aconteceram no sentido de mudar essa realidade. Dentre elas, poderíamos citar, especificamente, a intensificação das pressões que, em decorrência das avaliações do MEC, os docentes do ensino superior vêm sofrendo para se titularem e, também, as discussões provocadas pela publicação das Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação de professores - Resolução CNE/CP1, de 18 de fevereiro de 2001.

Quando buscamos as referências legais para a formação de professores, constatamos que, em geral, o desenho de professor de matemática preconizado pela maioria dos autores/pesquisadores do estudo acima referido, está contemplado na legislação vigente. Não poderia ser outro o professor de matemática capaz de cumprir as finalidades da educação nacional estabelecidas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDBEN - em seu artigo segundo:

“Art. 2º . A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”

O delineamento desse professor crítico, versátil, comprometido com o funcionamento geral da escola e com a formação de um cidadão pleno, o principal responsável por realizar essas finalidades da educação, é feito pelo artigo treze da mesma LDBEN:

“Art. 13. Os docentes incumbir-se-ão de:

- I - participar da elaboração da proposta pedagógica do estabelecimento de ensino;
- II - elaborar e cumprir plano de trabalho, segundo a proposta pedagógica do estabelecimento de ensino;
- III - zelar pela aprendizagem dos alunos;
- IV - estabelecer estratégias de recuperação para os alunos de menor rendimento;

V - ministrar os dias letivos e horas-aula estabelecidos, além de participar integralmente dos períodos dedicados ao planejamento, à avaliação e ao desenvolvimento profissional;

VI - colaborar com as atividades de articulação da escola com as famílias e a comunidade.”

Vemos assim, a indicação de competências que vão muito além de saber matemática e de saber transmiti-la. Trata-se de um Educador Matemático que vislumbre a construção de uma sociedade fundamentada em ideais de liberdade e solidariedade e, ainda mais, que perceba claramente o papel da matemática na sua construção e no seu funcionamento cotidiano. Além disso, seja capaz de elaborar projetos pedagógicos, planos de cursos e planos de aulas, todos sintonizados com esses ideais.

De outra parte, os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN - indicam uma visão de matemática que “...caracteriza-se como uma forma de compreender e atuar no mundo e o conhecimento gerado nessa área do saber como um fruto da construção humana na sua interação constante com o contexto natural e cultural.”(PCN,1997, p.11).

Essa matemática, assim concebida, em sintonia com a LDBEN, deve ser ensinada com a finalidade primordial de formar o cidadão brasileiro. Cidadania aqui entendida como a “a inserção das pessoas no mundo do trabalho, das relações sociais e da cultura”(Idem, p.13), exercida por quem saiba construir suas estratégias, comprovar e justificar resultados, criar e argumentar, medir e calcular, tratar informações estatisticamente, enfim, indivíduos que saibam matematizar a realidade para melhor compreendê-la, posicionando-se conscientemente e nela atuando.

Para conseguir esses objetivos, os PCN propõem que a matemática seja ensinada e aprendida, de uma forma semelhante àquela que é construída pelos matemáticos, através da resolução de problemas. E para tal, apresenta a sugestão de se trabalhar, em equipes com professores de outras áreas, com as questões de urgência social - os chamados temas transversais - : ética, sexualidade, meio ambiente, saúde, pluralidade cultural, trabalho e consumo, etc.

Em articulação com a LDBEN, com as recomendações constantes nos PCN e demais parâmetros e referenciais curriculares para a educação básica elaborados pelo

Ministério da Educação, a Resolução CNE/CP1, de fevereiro de 2002 institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena.

Nelas a concepção de competência é nuclear, servindo de base para nortear todo o planejamento da formação dos professores tanto no âmbito acadêmico-curricular, como também, no administrativo-institucional. Competência, aí, entendida como a capacidade de, no momento das atividades docentes, mobilizar, integrar e colocar em ação conhecimentos, habilidades, valores, características fisiológicas e recursos do meio ambiente.

Assim, a organização das atividades de formação – o planejamento curricular – e a estrutura físico-administrativa devem ser construídas em função das competências definidas para o professor que se pretende formar. E para estabelecê-las, são dadas as seguintes diretrizes no artigo segundo da referida Resolução:

“Art.2º- A organização curricular de cada instituição observará, além do disposto nos artigos 12 e 13 da lei n.º 9394, de 20 de dezembro de 1996 (LDB), outras formas de orientação inerentes à formação para a atividade docente, entre as quais o preparo para:

- I. O ensino visando à aprendizagem do aluno;*
- II. O acolhimento e o trato da diversidade;*
- III. O exercício de atividades de enriquecimento cultural;*
- IV. O aprimoramento em práticas educativas;*
- V. A elaboração e execução de projetos de desenvolvimento dos conteúdos curriculares.*
- VI. O uso de tecnologias de informação e da comunicação de metodologias estratégias e materiais de apoio inovadores,*
- VII. O desenvolvimento de atividades de colaboração e de trabalho em equipe.”*

Logo se vê que esse artigo aponta para muito além de um puro domínio de conteúdos matemáticos. O professor de matemática deve conhecer todos os aspectos do

processo de ensino/aprendizagem da matemática – psicológicos, sociológicos, antropológicos, histórico-epistemológicos, éticos e político-ideológicos – para que as estratégias de ensino/aprendizagem que vier a adotar, realmente produzam aprendizagem. Além disso, precisa de valores humanistas para tratar a diversidade de uma forma acolhedora. Necessita, também, de muita cultura geral a fim de propor, para os seus alunos, atividades de enriquecimento cultural. Se não conhecer um mínimo de metodologia científica e informática, não saberá lidar com as práticas investigativas ou inovar suas estratégias e instrumentos para produzir aprendizagem de matemática. Enfim, um profissional multicompetente, para lidar com uma realidade muito complexa – produzir aprendizagem significativa de matemática - , mas que todos sabemos, sub-remunerado quase sempre.

Ainda norteado pela concepção de competência, o artigo terceiro das mesmas Diretrizes aponta

“Art.3º (...)

b) a aprendizagem como processo de produção de conhecimentos, habilidades e valores em interação com a realidade e com os demais indivíduos, no qual são colocados em uso capacidades pessoais;

c) os conteúdos, como meio e suporte para a constituição das competências;

d) a avaliação como parte integrante do processo de formação, que possibilita o diagnóstico de lacunas e a aferição dos resultados alcançados, consideradas as competências a serem constituídas e a identificação das mudanças de percurso eventualmente necessárias.

III- a pesquisa, com foco no processo de ensino e de aprendizagem, uma vez que ensinar requer, tanto dispor de conhecimentos e mobilizá-los para a ação, como compreender o processo de construção do conhecimento” ,

reforçando ainda mais a extensa variedade de atributos que deve possuir um Educador Matemático.

Mas será que esse Educador assim desenhado é freqüentemente encontrado?

A nível nacional, se tomarmos os últimos resultados obtidos pelos licenciandos em Matemática no Exame Nacional de Cursos – o Provão –, divulgados pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais – INEP –, ou então, aqueles obtidos pelos alunos do ensino fundamental no exame do Sistema Nacional de Avaliação Escolar da Educação Básica – SAEB –, concluímos que um educador com tantas competências desenvolvidas, não é comumente encontrado nas escolas brasileiras.

Particularmente, do lugar de coordenador de estágios do curso de Licenciatura em Matemática da PUC-Minas/Betim, temos encontrado uma situação parecida com a nacional.

Numa primeira etapa do estágio, os alunos são enviados a campo para colher informações gerais sobre a escola, com recomendação para observarem aspectos como Projeto Pedagógico, características sócio-econômico-culturais dos alunos, características físicas, acesso, arquitetura, recursos materiais, número de alunos por sala, organograma da escola, relacionamento entre seus diversos atores e a imagem da escola na comunidade.

Quando voltam à sala de aula para socializarmos as informações obtidas e refletirmos sobre elas, prevalece, sobretudo em relação às escolas públicas da região, a descrição de condições precárias: estrutura física sucateada, equipamentos praticamente inexistentes e carência de pessoal em todos os níveis.

Quanto aos Projetos Pedagógicos das escolas, raramente existem e quando são encontrados, na maioria das vezes, trata-se de um documento que só a diretora e a supervisora têm conhecimento. Na verdade, durante os quatro últimos anos trabalhando com estágios, mesmo nas melhores escolas, encontramos poucos projetos pedagógicos construídos coletivamente e com a adesão da maioria de suas comunidades escolares.

Mas o que mais assusta nossos estagiários são os fatos vinculados ao relacionamento entre os diversos atores das escolas. Em muitas delas, prevalece um desrespeito recíproco entre professores e alunos. Noutras, o limite do desrespeito é ultrapassado, chegando-se às raias da violência, muitas vezes agravada pela infiltração do tráfico de drogas na comunidade escolar.

Nos encontros reservados à socialização e reflexão sobre o que observaram nas escolas, compreendem que o desafio é grande, às vezes, vindo uma sensação de impotência diante do tamanho dos problemas encontrados. Percebem a complexidade da profissão docente, concluem que para exercê-la não basta saber matemática e que a solução para muitos dos problemas que encontram transcende a esfera da sala de aula.

Na segunda etapa do estágio, os licenciandos voltam a campo com o objetivo de situar a Matemática na escola. Lá, devem realizar um diagnóstico, uma intervenção com base nele e uma avaliação dos resultados obtidos para, depois, voltarem novamente à Universidade, socializando as experiências e refletindo sobre elas.

Também nessa volta à escola básica, para entender o papel que a Matemática nela ocupa, os estagiários levam um roteiro com a finalidade de orientar as suas observações. Eles devem estar atentos para responderem às seguintes questões:

- a) Os objetivos do ensino da Matemática se articulam com o Projeto pedagógico? (quando ele existe).
- b) Como é o planejamento da disciplina?
- c) E a execução ? Adota livro? Qual? Como é usado? Outros materiais? Que estratégias pedagógicas são utilizadas? Concepção de matemática? Finalidade do seu ensino? Atitude dos alunos?
- d) Qual é a imagem que os diversos atores da escola fazem da matemática?

Para a elaboração do instrumento de diagnóstico, são formados grupos de quatro alunos e lhes é solicitado que sigam o seguinte roteiro:

- a) Escolher um assunto para o diagnóstico.
- b) Relacionar as competências e habilidades ligadas àquele assunto e desejadas para o grupo que será diagnosticado.
- c) Elaborar questões que indiquem a existência ou não das competências e habilidades relacionadas.
- d) Fazer um plano de correção dessas questões.

É importante registrar a enorme dificuldade que os estagiários encontram nesse momento do trabalho, apresentando flagrante desconhecimento de importantes aspectos epistemológicos daquilo que escolheram diagnosticar.

Nos relatos dessa etapa, é muito raro alguém encontrar, nas escolas básicas, entre os professores de matemática, algum planejamento documentado para essa disciplina. Ainda prevalece a velha prática de seguir a ordem que os assuntos ocupam no livro texto que, por sinal, continua mal explorado. Quanto ao diagnóstico e a intervenção, na maioria das vezes, ficam entusiasmados com a adesão e o sucesso apontado pela avaliação.

Neste segundo semestre de 2003, quando fomos socializar e refletir sobre a experiência que haviam realizado nas escolas, dos trinta e cinco alunos matriculados em Estágio Supervisionado, apenas um deles escolheu para seu diagnóstico, um assunto fora da Matemática pura.

Será que eles ainda não entenderam que há uma tendência mundial de se trabalhar o ensino da matemática através de situações significativamente contextualizadas? Ou entenderam, mas não aderiram?

Será que os seus formadores já incluíram as propostas do campo da Educação Matemática em suas representações sociais de professor de matemática? E nas suas ações de formação?

E os professores das escolas que ficam no campo de estágios, por que não planejam seus cursos? Só porque as escolas nem tem Projetos Pedagógicos?

Como sair de uma declaração de intenções para uma prática profissional cotidiana?

Referências Bibliográficas:

BRASIL. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional*, nº 9394, de 20 de dezembro de 1996

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. *Resolução CP n. 1/2002*. Brasília, de 18 de fevereiro de 2002

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais*. volume3: matemática. 2 ed. Brasília: MEC/SEF, 2000. 142p.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais. *Relatório síntese do Exame nacional de Cursos* (ENC-Provão). Brasília. site <http://www.inep.gov.br/superior/provao/sintese.htm>. (consulta feita em 30/09/03)

MOSCOVICI, Serge. *A Representação social da psicanálise*. Trad. Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Zahar, 1978. 291p.

RODRIGUES, Luly. *Professor de matemática: influência das pesquisas e propostas do campo da educação matemática sobre as representações sociais de seus formadores*. Belo Horizonte: Faculdade de Educação da UFMF, 2000 (Dissertação, Mestrado em Educação)

SÁ, Celso P. Representações sociais: o conceito e o estado atual da teoria. In: SPINK, Mary J.(org.). *O conhecimento no cotidiano: as representações sociais na perspectiva da psicologia social*. São Paulo: Brasiliense, 1995. p.19-45.

MR9 A CALCULADORA NA SALA DE AULA

CALCULADORA NÃO SÓ COMO RECURSO DE CÁLCULO: NOVAS FERRAMENTAS → NOVOS PROBLEMAS → NOVOS CONTEÚDOS

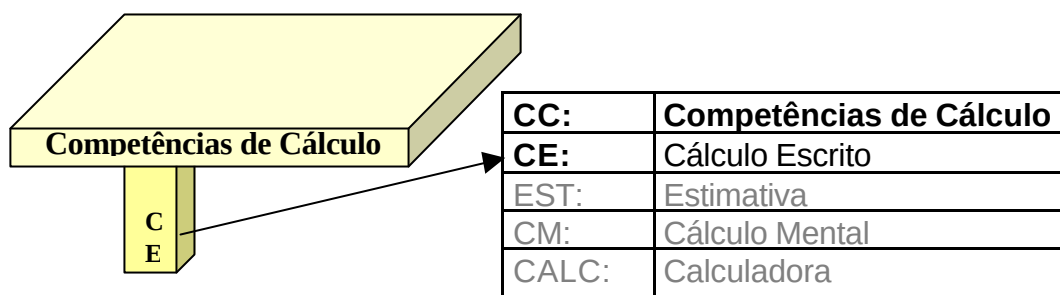
Antonio José Lopes (Bigode)¹

Dentro de 10 ou 15 anos a ação humana de calcular estará em franca extinção, as calculadoras de hoje serão peças de museus. Se esta é a perspectiva que se avizinha poderíamos perguntar então, Porque deveríamos continuar ensinando ensinar a calcular ?

A indagação contida neste exercício de futurismo, aparentemente exagerado, pode ser reformulada e ampliada. Considerando que os aparatos de cálculo estão a cada dia mais sofisticados e acessíveis: quais os novos problemas gerados deste contexto ? que conteúdos, velhos ou novos, deveriam ser ensinados na escola ? Eis algumas questões que os professores terão responder para poder melhor preparar os alunos para que se tornem cidadãos competentes de cálculo.

Mas o que significa indivíduos "competentes de cálculo" ?

Para melhor comunicar o significado que atribuo à "competência de cálculo" farei uso de uma metáfora (mesa - pés).



Até algumas décadas atrás, o indivíduo considerado competente de cálculo era aquele que dominava todos os caminhos do **cálculo escrito** (CE), fazia contas executando algoritmos com destreza e precisão, a imagem dos contadores e calculistas profissionais com o lápis encaixado na orelha, fala por si. Era uma época em que o ensino das quatro operações era praticamente monopolizado pelo cálculo escrito, mas nos tempos atuais o CE deve perder a primazia e exclusividade que protagonizou por tanto tempo.

Da perspectiva das pesquisas sobre processos de aprendizagem o cálculo escrito não se resume a simples execução de algoritmos arbitrários ou não. Da ótica em que tratamos o tema até mesmo o ensino do cálculo escrito pressupõe a aquisição do sentido numérico, das idéias das operações, do conhecimento consciente das propriedades das operações e de uma razoável experiência com distintos contextos e representações como discutido nos trabalhos de Gerard Vergnaud e seus seguidores. Deve-se destacar que a introdução e aprendizagem do cálculo escrito, de modo geral, são atividades quase que exclusivamente escolar.

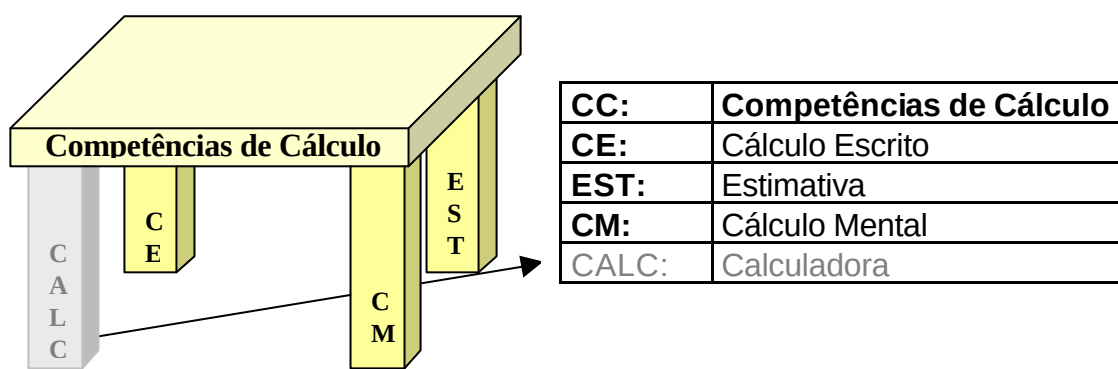
Porém nas atividades cotidianas, científicas e profissionais o cálculo escrito não dá conta de resolver a maioria dos problemas. A precisão e rapidez exigida em muitos destes cálculos descartam a possibilidade de depender de destrezas pessoais, mesmo do mais habilidoso entre os calculistas prodígios.

Nas atividades cotidianas em que o cálculo é necessário muitas vezes nos defrontamos com cálculos trabalhosos apinhados de números "mal comportados", com muitas casas decimais e em que a situação exige uma avaliação para tomada de decisão. Na maioria destes casos é a **estimativa** (EST) que dá a solução satisfatória esperada. O professor não terá dificuldades de listar dezenas de situações em que estimamos no dia-a-dia, ou de situações mais complexas em que a estimativa responde ao problema. Fica como exercício para os leitores.

¹ Centro de Educação Matemática (CEM)

Mas nossa "mesa" (CC), não pode se equilibrar apenas sobre dois pés (CE + EST). Há uma outra modalidade importante de cálculo, que a escola deve dar atenção durante todo o ensino fundamental, que é o **cálculo mental** (CM). O cálculo mental pressupõe conhecimento das idéias e propriedades das operações, depende e, ao mesmo tempo, consolida a memorização de fatos (tabuada, etc).

Nesta altura os geômetras dirão, com razão, que três pés já bastam para apoiar a mesa. Mas o educador matemático pragmático vê a "mesa" de outro modo



Não há, na sociedade atual, indivíduo competente de cálculo que não saiba manusear uma calculadora. O ponto de vista que estamos defendendo é o da complementaridade das modalidades componentes das competências de cálculo. Na proposta que defendemos a calculadora será utilizada não só nas atividades próprias de cálculo direto mas também para refinar as habilidades dos alunos para fazerem mais e melhor estimativas e cálculo mental e, dependendo da seqüência didática proposta contribuirá para que os alunos compreendam e aprofundem seus conhecimentos dos algoritmos realizados no cálculo escrito.

Fica assim constituída nossa "mesa" [Competências de Cálculo] bem equilibrada sobre seus "pés": cálculo escrito, cálculo mental, estimativa e calculadora como componentes fundamentais da atividade humana de computação numa relação solidária e complementar.

Calculadoras são objetos matemáticos que o desenvolvimento tecnológico transformou em objetos materiais de uso cotidiano. Não se deve perder de vista que a calculadora não passa de mais um instrumento a desenvolver as competências de cálculo dos alunos, e como qualquer instrumento pode ser bem ou mal usada.

A presença da calculadora na sala de aula não deve ser tratada como uma maquiagem cosmética e periférica do currículo, implica mudanças de fundo tanto na seleção de conteúdos, objetivos e problemas, na metodologia e na avaliação, e ainda na postura e formação de professores.

E apesar de os PCN de Matemática legitimarem recomendando o uso das calculadoras na sala de aula, o debate continua engasgado se arrastando e insistindo em não cessar. Ainda hoje uma parcela significativa de professores não vestiu a camisa para valer, em relação às vantagens que o uso da calculadora oferecem, muitos se apegam a argumentos falaciosos² para evitar que os alunos tenham acesso a este aparato tecnológico tão familiar. Neste texto focaremos sobre as vantagens da calculadora na escola e sua relação com a aprendizagem da matemática.

E para aqueles que pensam que a discussão sobre o uso da calculadora faz parte de um modismo ou debate recente chamo atenção para o seguinte fragmento do livro

² Pequena amostra de argumentos falaciosos ouvidos nos últimos anos: "os alunos vão desaprender, deixando de saber fazer contas", "tornam-se dependentes da máquina", "calculam mecanicamente", "confiam em absoluto nos resultados que a máquina apresenta", "tornam-se preguiçosos", "não pode usar nos concursos e vestibulares", "alunos pobres não podem comprar", "vão deixar de raciocinar". Tais frases são tão verdadeiras quanto o velho mito de que "manga com leite faz mal à saúde", trata-se de crenças, desprovidas de investigação consistente.

Didática da Matemática (1961) de **Malba Tahan** questionando a presença do tópico prova pelos divisores, constante nos programas de sua época.

*"A generalização das máquinas de calcular tornou inteiramente obsoletas essas provas das operações. Não se pode falar em provas dos 9 numa época em que as máquinas é que operam. Retirado esse entulho algebrístico poderíamos ocupar o tempo do educando fazendo-o aprender outros pontos da Matemática que são de indiscutível interesse"*³

Partindo do pressuposto de que a maioria dos professores deseja debater o uso sensato da calculadora, apresento um conjunto de argumentos que sustentam esta posição:

Porque calculadoras nas aulas de matemática.

1. Todos podem calcular;
2. Permite que os alunos com menor domínio e habilidades de cálculo não fiquem alijados do processo de formulação e resolução de problemas, contribuindo para o aumento do envolvimento dos alunos;
3. Possibilita trabalhar mais problemas, devido á rapidez dos cálculos ampliando a exposição maior dos alunos a uma gama diversa de problemas;
4. Possibilita que se explore fases negligenciadas na RP como a discussão dos resultados, a verificação, a generalização e transformação de problemas na supressão e/ou inclusão de novos dados e condições;
5. Calculadoras são ferramentas eficazes para a geração de dados;
6. Potencializa consideravelmente as oportunidades de trabalhar com projetos interdisciplinares, situações de modelagem e tratamento da informação que envolvem números "mal comportados";

³ Atente para o fato de que Malba Tahan refere-se à velha máquina mecânica movida a manivela.

7. Potencializa a introdução e o desenvolvimento de novos conceitos e procedimentos, formulação de conjecturas, exploração de relações matemáticas e resolução de problemas alargando o leque de situações a serem exploradas em sala de aula aproximando as atividades matemáticas de problemas realmente reais;

8. Possibilita a exploração de novos temas como arredondamento, aproximação, limites e convergência. Valoriza o método de aproximações sucessivas;

9. Possibilita novas formas de desenvolver velhos temas;

10. Diminui a presença dos números "bem comportados" e pseudoproblemas característicos de livros didáticos;

11. Permite incursões na história da matemática, como a exploração de conjecturas abertas da teoria dos números;

12. Ao ancorar as atividades matemáticas na representação numérica onde os alunos se sentem mais à vontade, possibilita a passagem para outras representações como a gráfica e algébrica, que tem um potencial de abstração maior;

13. Estimula novas formas de trabalhar e pensar matematicamente.

Devido às limitações de tempo (na mesa redonda deste III EMEM) e espaço (texto), discorrerei sobre uma seleção destas proposições.

Calculadoras e Resolução de Problemas

A calculadora possibilita aos indivíduos enfrentar os problemas realmente reais com seus números verdadeiros, tal como aparecem na vida cotidiana e nas atividades profissionais, números mal comportados com muitas casas decimais e/ou frações com seus denominadores esquisitos.

Em nossa tradição curricular desenvolveu-se o mau hábito de "evitar o perigo", isto é, a realidade é mascarada em nome de uma certa facilitação, assim os textos

didáticos, em sua maioria, evitam colocar seus leitores frente a situações com seus números verdadeiros, atualizados e realísticos no sentido que propõem os trabalhos de Freudenthal. Entretanto os indivíduos deste nosso mundo real, ao abrir um jornal, consultar uma tabela ou ler um relatório o que encontram pela frente são números como 365 (número de dias de um ano); preços como R\$ 4,72 por quilo de um certo corte de carne; porcentagens do tipo 0,08% (CPMF); ou ainda fatores como 1,0234 para corrigir uma certa prestação. Os números mal comportados são implacáveis para todos que administram os descontos de seus salários para pagar suas contas cotidianas.

Qualquer nível de ensino deve promover a aproximação da atividade matemática com a realidade onde estão os problemas com que nos defrontamos.

Por outro lado, as operações com os chamados números “mal comportados” são trabalhosas e demoradas se realizadas através dos algoritmos usuais e por escrito. Os sistemas financeiros e administrativos de setores da indústria, comércio e serviços, que dominam a maioria das atividades profissionais já se deram conta disto há décadas, e cálculos como $1,0234 \times \text{R\$ } 532,47$ são feitos por máquinas, calculadoras ou computadores, pela rapidez e economia de tempo que proporcionam. Os indivíduos não podem ser privados de operar (e dominar) uma tecnologia que interfere em suas vidas. Esse processo evolutivo é histórico, hoje são as calculadoras e computadores, ontem foram as tabelas e as régua de cálculo, amanhã só especulando. As máquinas leitoras de barras com seus sensores óticos estão aí para instigar nossa imaginação. Devemos fazer bom proveito das calculadoras enquanto elas forem úteis e ainda estiverem à nossa disposição.

O uso da calculadora possibilita que os indivíduos, libertos da parte enfadonha, repetitiva e pouco criativa da execução dos algoritmos de cálculo⁴, possam

⁴ "(..) O cálculo trabalhoso deve ser abolido. Vejam esta monstruosa questão exigida aos candidatos à admissão, no Colégio Pedro II em 1944: "Decompor em fatores primos o número 2187900". O escritor russo Dostoievski, em seu livro Recordações da Casa de Mortos, conta-nos que o maior suplício para os detentos, era o trabalho inútil a que, muitas vezes, os obrigavam: "transportar monte de pedras, no pátio do presídio, sem finalidade alguma, se um lugar para outro". O algebrista⁴ que manda um estudante decompor em fatores

centrar sua atenção nas relações entre as variáveis dos problemas que tem pela frente, possibilitando que se aventurem com mais disponibilidade nas ações cognitivas de : por as coisas em relação (números, objetos ou idéias); esboçar, simular e executar projetos; familiarizar-se com certos padrões e fatos, utilizando-os como ponto de referência para enfrentar novas situações; fazer hipóteses, verificar; e devido á rapidez dos cálculos ampliar as possibilidades de exposição dos alunos a mais e diversos problemas, o que contribui para a *especialização* no sentido proposto por J. Mason. Em outras palavras, um bom uso dos instrumentos de cálculo contribui para que os indivíduos desenvolvam estruturas cognitivas de mais alto nível.

A calculadora pode ser utilizada para desenvolver habilidades de estimativa e cálculo mental.

A partir de meados dos anos 60 (séc. XX) e por cerca de 30 anos o cálculo mental e as estimativas perderam prestígio e lugar nos programas, provavelmente devido à onda “modernista”⁵ que assolou a maior parte do mundo nos anos 60 e 70. Paradoxalmente nesta virada de século quando é possível realizar cálculos complexos num apertar de dedos em uma fração de segundo, outras modalidades de cálculo recuperam sua importância. Uma vez que na maioria das situações profissionais os cálculos são realizados pelas máquinas caberá aos indivíduos a função de controle e avaliação do que a máquina devolve como resultado.

Numa análise superficial do cotidiano de uma pessoa comum (o não especialista), vamos nos dar conta de que são cada vez mais escassas as situações em que se tem que realizar um cálculo na ponta do lápis, por outro lado, fazemos com

primos o número 2187900, devia ler Dostoiévski e meditar sobre a vida dos detentos nos presídios da Sibéria". (in Didática da Matemática de Malba Tahan, 1961.)

⁵ O Movimento da Matemática Moderna influenciou nos currículos e no ensino da matemática da maioria dos países ocidentais nas décadas de 60 e 70, caracterizou-se por uma ênfase exagerada na linguagem da teoria dos conjuntos, na prevalência da álgebra sobre a geometria, no estudo das estruturas dos conjuntos numéricos, na perda de *significado* das situações pela pouca atenção às aplicações e relação com a matemática do cotidiano, por privilegiar um rigor além das necessidades e capacidades dos alunos.

frequência estimativas e cálculos de cabeça. Rareiam os indivíduos que tem o hábito de conferir todas as contas (extratos bancários, notas de supermercados, contas de luz, ..), dada a confiança mítica que as máquinas provocam. Entretanto é comum ver uma pessoa controlando seus extratos ou contas com um simples passar de olhos.

Para a maior parte das necessidades cotidianas frente a uma conta como $123,76 + 875,33$ basta saber que seu resultado é aproximadamente 1000. Este é um ponto importante, qualquer proposta de ensino que pretenda levar os alunos a aprender a realizar cálculos tem que equilibrar a relação entre as quatro modalidades de cálculo, objeto deste texto.

Não há contradição em ensinar os alunos a fazer estimativas e a realizar o cálculo mental com o recurso da calculadora. O que os professores precisam é ter acesso a seqüências didáticas adequadamente construídas para a consecução deste objetivo, colocando abaixo o velho mito de que não se raciocina quando se utiliza a calculadora, ao contrário, o que proclamamos é que sem raciocínio autêntico a calculadora se transforma num objeto obsoleto e subutilizado.

Calculadora como ferramenta para a investigação matemática.

A calculadora enquanto objeto matemático por excelência tem um uso e uma função utilitária ilimitada, entretanto ela pode e deve ser usada com finalidades nada utilitárias, voltadas para aspectos recreativos de forte componente afetiva e estética associadas à investigação matemática. E este é o ponto que mais me instiga em relação ao uso da calculadora nas aulas de matemática, o da possibilidade de explorar novos conceitos e procedimentos. Nas pesquisas que desenvolvi com alunos e professores na última década, foi possível criar seqüências didáticas interessantes que, entre as várias conquistas, permitiram:

- Dar vida nova a velhos conteúdos como os números primos, explorando padrões, verificando a primalidade de números grandes, formulando conjecturas novas e brincando com conjecturas velha como a de Goldbach, produzindo primos a partir de polinômios, se colocando no lugar de Fermat, etc.

- Explorar temas clássicos como a equação do 2º grau a partir da "sintaxe" da calculadora básica, em que a ordem das operações não é a ensinada nas escolas.

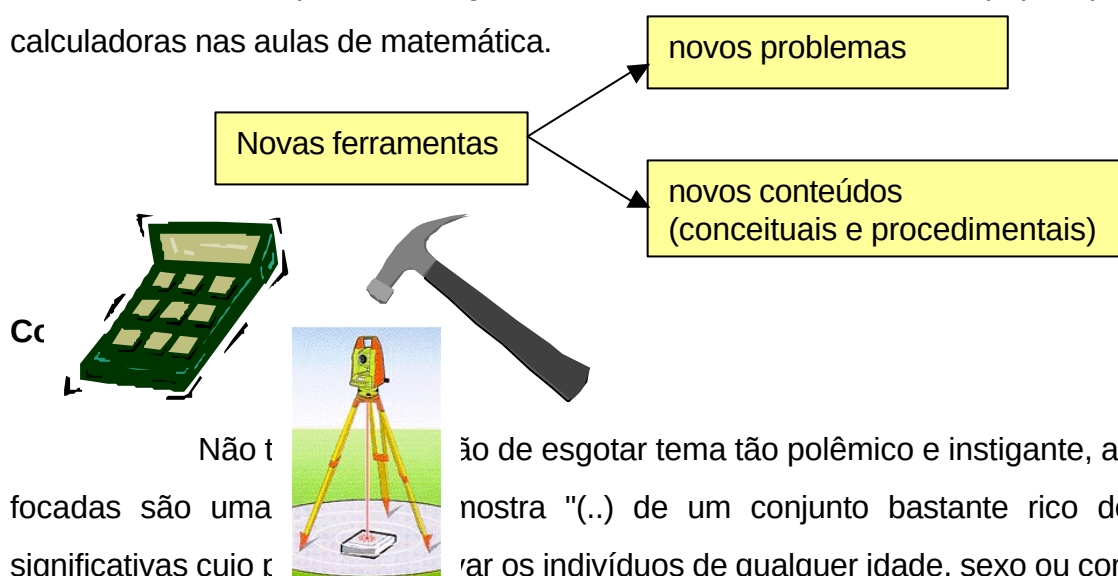
- Dar atenção a procedimentos e técnicas não tão usuais como o método das aproximações sucessivas, para resolver problemas simples (de 4 operações) ou complexos como achar a raiz cúbica o 16-ésima de um número natural.

- Explorar temas antes ensinados em níveis superiores do ensino como: arredondamento, aproximação, limites, convergência, interpolação e outros métodos numéricos. Contribuindo para o enriquecimento da intuição matemática.

- Enriquecer o estudo de estatística indo além das medidas de tendência central, explorando medidas de dispersão.

- Criar matemática nova, inventando seqüências tal como fazia Paul Erdős.

A investigação matemática ganhou um grande impulso com o recurso às calculadoras. O esquema a seguir sintetiza minha visão sobre o papel que atribuo às calculadoras nas aulas de matemática.



ão de esgotar tema tão polêmico e instigante, as idéias aqui
 focadas são uma
 significativa cujo r
 nostra "(..) de um conjunto bastante rico de atividades
 rar os indivíduos de qualquer idade, sexo ou condição social
 a extrair o máximo de suas capacidades cognitivas. Cabe ao professor(a) explorar por si as
 calculadoras e as atividades a elas associadas para propor aos alunos situações didáticas

que os preparem verdadeiramente para enfrentar problemas reais que encontram na escola, no trabalho ou nas atividades cotidianas. Devemos estar preparados(as) para desafios bem mais complexos que já estão colocados pela presença cada vez maior das novas tecnologias em nossas vidas. Os professores devem ter os olhos no futuro para melhor agir sobre o presente. Nesse presente não há mais lugar para o adestramento de alunos para resolver problemas ou executar técnicas obsoletas. A aceitação (ou não) das calculadoras no ensino põe tudo isto em questão".

Bibliografia

ABELLÓ, F. U. i. *Aritmética y calculadora*. Editorial Sintesis. Madrid. 1989.

BIGODE, A. J. L. *Explorando o uso da Calculadora no ensino de Matemática para jovens e adultos*. In Alfabetização e Cidadania no. 6. São Paulo. 1997.

_____. *Matemática Hoje é Feita Assim*. Editora FTD. São Paulo (coleção de 5ª a 8ª série com vários capítulos sobre o uso de calculadoras). 2000.

CASTRO, E. y otros. *Estimación en calculo y medida*. Editorial Sintesis. Madrid. 1989.

GIMENEZ, J. y GIRONDO, L. *Cálculo en la Escuela*. Graó. Barcelona. 1993.

MASON, J., BURTON, L., STACEY, K. *Pensar matematicamente*. Labor-MEC. Barcelona. 1988.

TAHAN, M. *Didática da Matemática*. Editora Saraiva. São Paulo. 1961.

LINS, R. e GIMENEZ, J. *Perspectivas em Aritmética e Álgebra para o Século XXI*. Papirus. Campinas. 1997.

VERGNAUD, G. *El niño, las matemáticas y la realidad*. Editorial Trillas, México, 1991.

A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DE JOVENS E ADULTOS DAS CAMADAS POPULARES: CONTRIBUIÇÕES DA DIMENSÃO RELACIONAL DA EDUCAÇÃO PARA A SUPERAÇÃO DAS RESSONÂNCIAS DA CONDIÇÃO DE EXCLUSÃO SOCIAL.

Maria Amélia G.C. Giovanetti*

Refletir sobre a Educação Matemática de Jovens e Adultos, nos remete àquela cena em que... em um ambiente escolar, numa determinada sala de aula, com um quadro negro repleto de anotações, um (a) professor (a) e um grupo de alunos vivenciam a experiência de uma aula.

A cena se torna mais precisa, com maior nitidez, ao especificar que o grupo de alunos é composto por jovens e adultos das camadas populares.

Trata-se, portanto, de alunos com trajetórias escolares marcadas pela exclusão social.¹ Exclusão vivenciada de diferentes maneiras: ou pelo não acesso à escola no passado ou pela interrupção do processo de escolarização.

* FAE/UFMG

¹ **Exclusão social:** categoria que expressa a realidade da privação ao acesso de bens materiais simbólicos por parte de uma grande maioria da população. Segundo Heringer e outros, *são excluídos socialmente aqueles que, impedidos estruturalmente de ter acesso a estes bens, constroem uma identidade individual e coletiva baseada nesta impossibilidade de acesso, e em relação aos quais é geralmente construída uma imagem negativa e preconceituosa associada a determinados atributos sociais, raciais e culturais*. (HERINGER, R.; CARVALHO, I., LIMONCIC, F. 1994: 20). Um aprofundamento da discussão sobre a **exclusão social** nos remete aos trabalhadores recentes de J. de Souza Martins que questiona a *generalidade do emprego da concepção de exclusão* (1997). O autor sugere como mais pertinente à realidade o emprego de "inclusão precária" (Martins, J. S. 1997; Martins, J. S. 2002.)

Nos limites deste texto, estaremos centrando nossa reflexão, no estudo das ressonâncias da condição de exclusão social, vivenciadas por estes jovens e adultos e na busca de alternativas para sua superação.

A cena da sala de aula de matemática – aparentemente corriqueira - ou seja, sem grandes novidades, vai se revelando portadora de uma potencialidade de mudanças, à medida que destacamos sua dimensão relacional.

Acreditamos na potencialidade da relação construída entre professor e alunos como um elo desencadeador de mudanças, à medida que atinge o ser humano naquilo que lhe é fundamental: a importância de sentir-se reconhecido pelo outro.

Em se tratando de seres humanos marcados pela exclusão social, a ressonância da inferioridade emerge como um bloqueio a sua realização humana, ou seja, não sendo reconhecido pelo outro, introjeta-se tal “abandono”e, naturalizando-o, dificulta-se o processo de abertura para a mudança.

No campo da Educação de Jovens e Adultos – EJA² - são jovens e adultos, que, vivenciando a perda dos direitos sociais, passam a “acreditarem-se menos”. (SARTI, 1999). *“A introjeção de uma inferioridade naturalizada está entre os danos mais graves da desigualdade social. Acreditar-se menos”* (SARTI, p.107)

Estamos convencidos que, enquanto a inferiorização e a negatividade por parte dos educandos pertencentes às camadas populares não forem tocadas, assumidas e trabalhadas, a superação da desigualdade social não se efetuará.

² **Educação de Jovens e Adultos (EJA):** o campo de atuação da EJA tanto incorpora as perspectivas da educação popular – que há 40 anos lida com a questão dos direitos ao trabalho, à moradia, ao transporte, ao emprego etc, desenvolvidos nas lutas sociais – quanto incorpora as perspectivas da educação escolar, ambas consagradas na V Conferência Internacional de Educação de Adultos – CONFITEA, alargando o conceito e exigindo a compreensão das responsabilidades que sobre essas duas perspectivas se colocam. Relatório síntese do IV ENEJA, Belo Horizonte, agosto de 2002.

Tal processo é complexo e envolve fatores de natureza política, econômica, social e cultural. Aliados, porém, a esses fatores de caráter macro, existem aqueles de caráter micro, do plano pessoal e subjetivo, que também desempenham seu papel. É justamente no campo da dimensão micro que nossa pesquisa³ procurou centrar-se ao enfatizar a dimensão relacional da educação.

O Professor de Matemática em EJA: a vivência de uma relação

Em se tratando de um evento voltado para a formação de educadores, centraremos nossa reflexão na pessoa do educador, como um dos pólos da relação.

Para sermos mais precisos, enfocaremos as condições a serem criadas para que o professor de matemática (público central do evento) se “fortaleça” para vivenciar a dimensão relacional da educação.

Marília Carvalho (1999) a chamar nossa atuação para a dimensão relacional da docência, fornece-nos elementos para refletirmos sobre a relação educativa em geral. Ao colocar o “cuidado” no centro de suas observações da escola primária, a autora destaca que ali não apenas ensinam-se conteúdos, mas estabelecem-se relações emocionais significativas entre adultos e crianças (1999: 21). Não apenas o trabalho docente, mas todo trabalho educativo carrega consigo a marca de uma relação; daí a importância das interações face a face e dos vínculos afetivos entre educadores e educandos.

Uma hipótese norteadora:

Acreditamos que a relação educativa em EJA, visando a contribuição para a superação das ressonâncias da condição de exclusão social, constitui um processo

³ A pesquisa à qual nos referimos foi realizada no período de nosso Pós-Doutoramento **‘A relação educativa na EJA; suas repercussões no enfrentamento das ressonâncias da condição de exclusão social’**, sob orientação do Prof. Dr. Mauro Amatzuzi. PUC – Campinas, 2001.

complexo. Para ser vivenciada, a relação educativa pressupõe a existência de algumas condições internas por parte do educador. Uma das condições internas se refere à construção, do que nomeamos, de uma “postura de vida”.

Construção de uma “postura de vida”

Por esta expressão “postura de vida”, entendemos o resultado de um conjunto de princípios, de valores que norteiam as ações humanas. Concebendo o educador (mais especificamente, o professor de matemática) como um ser humano que busca a construção de uma relação com seus educandos (jovens e adultos / alunos de matemática) destacamos quatro princípios cuja escolha se justifica por seu potencial relacional: . Abertura para o novo; . Disponibilidade para a mudança; . Esperança; . Respeito.

- **Abertura para o novo**

“Envelheço... quando me fecho para as novas idéias e me torno radical.

Envelheço... quando o novo me assusta e minha mente insiste em não aceitar.

Envelheço...quando me torno impaciente, intransigente e não consigo dialogar”(EFMA)

F.Ebner, filósofo austríaco nascido no final do século XIX, contemporâneo de M. Buber fonte de inspiração para as reflexões buberianas a respeito da relação humana, destaca que a existência é uma relação vivida entre pessoas e que se realiza na abertura ativa do eu ao tu.

Para Ebner, a pessoa não está dada de uma vez para sempre em um tipo de existência rígido, inalterável. Ela se auto-afirma, positivamente, na medida em que faz emergir, de dentro para fora, suas possibilidades internas.

“A abertura desinteressada à surpresa sempre nova da vida em diálogo com seres humanos dotados de intimidade, desperta no homem possibilidades inéditas que colocam seu ser em verdade e em realidade.” (F.Ebner)

- **Disponibilidade para mudança**

Conforme nos sinaliza A.Melucci (2001), já pertence às ilusões do passado a idéia de que as transformações só poderão acontecer a partir de mudanças estruturais. Hoje não se visualiza o desencadear do processo de transformação social sem envolver nosso modo de construir individual e coletivamente a experiência humana. Mediante essa constatação, deparamo-nos com o desafio de *fazer de nossas mentes, dos nossos afetos e emoções, das nossas necessidades espirituais um terreno de experiência de mudança* (2001:11)

- **Esperança**

Segundo Paulo Freire não podemos confundir esperança do verbo esperar com esperança do verbo esperar. E Mário Serpo Cortella comenta: Aliás, uma das coisas mais perniciosas que temos neste momento é o apodrecimento da esperança do verbo esperar.

“Esperançar é se levantar, esperançar é ir atrás, esperançar é construir, esperançar é não desistir! Esperançar é levar adiante, esperançar é juntar-se com outros para fazer de outro modo. E, se há algo que D. Freire fez o tempo todo, foi incendiar a nossa urgência de esperanças” (CORTELLA, 2001)

E conforme nos alerta M. Amatzuzi (2001), na verdade trata-se de acreditar que quando as pessoas se reúnem, na verdade, algo diferente pode acontecer. Um outro paradigma. Uma outra forma de viver.

- **Respeito**

Para o educador criar condições internas para construir uma relação com seus educandos, o princípio do respeito torna-se inevitável, lembrando-nos que:

“Cada um de nós tem seu próprio ritmo e devo estar atento para não querer imprimir no outro o meu ritmo. Temos o impulso de que o melhor para o outro é o que é melhor para mim. Isto não é verdade” (Giovanetti, 2000)

Rubem Alves foi muito feliz com duas imagens através das quais nos remete a uma reflexão sobre o respeito. A imagem da borboleta e seu casulo e a do broto e a semente:

“Quem tenta ajudar a uma borboleta a sair do casulo a mata. Quem tenta ajudar um broto a sair da semente o destrói. Há certas coisas que não podem ser ajudadas. Têm de acontecer de dentro para fora.” (R. Alves, 2000).

Considerações finais

A conquista do reconhecimento como sujeito, por parte de pessoas pertencentes às camadas populares, remete-nos a um processo bastante complexo, uma vez que é fruto não simplesmente de uma decisão individual, mas sim do resultado de uma história socialmente construída e, ao mesmo tempo, vivenciada como experiências singulares. As pessoas vão tecendo sua auto-imagem, vão-se definindo nessa relação dialética entre a construção que o outro faz de fora e o processo da introjeção individual e singular.

A vivência de uma relação educativa traz consigo a potencialidade transformadora de uma auto-imagem negativa. A introjeção da inferioridade naturalizada passa a ser tocada de maneira profunda, desinstalando aquela construção quase cristalizada.

A escola e vários outros espaços educativos não dimensionam a riqueza de sua contribuição para o processo de superação da desigualdade social. Quanto mais me aprofundo no estudo da temática da relação educativa, mais encontro

argumentos para afirmar seu caráter inovador. Isso porque, ao propiciar relações entre as pessoas, sua visão de mundo e de si mesmas podem mudar. As relações humanas são portadoras de inovação, sobretudo se contam com intencionalidade educativa, inspirada por uma “*postura de vida*” por parte do educador. Postura esta marcada por uma abertura para o novo, por um profundo respeito ao tempo de cada ser humano, por uma crença e esperança na história como possibilidade.

Ao longo da construção da nossa reflexão, o caráter libertador da relação educativa evidenciou-se; libertador porque pressupõe a crença no ser humano como participante de um processo em constante mudança. Ao diferenciarem-se do outro e expressarem essa diferença, jovens e adultos das camadas populares vão-se fortalecendo para superarem aquela posição do “*acreditar-se menos*”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, Rubem Agenda 2000.

AMATUZZI, Mauro M. *O resgate da fala autêntica*. Filosofia da Psicoterapia e da Educação. Campinas: Papirus, 1989.

CARVALHO, Marília P. de. Ensino, uma atividade relacional. In: *Revista Brasileira de Educação*, São Paulo, n. 11, maio/jun/jul/ago. 1999.

GIOVANETTI, José Paulo Discurso de um paraninfo. Psicologia / UFMG, 2000.

HERINGER, R.; CARVALHO, J.; LIMONCIC, F. As várias faces da exclusão. In: *Revista Democracia*, n.105, ago/set. 1994, Rio de Janeiro, IBASE.

MELLUCCI, Alberto. *A invenção do presente*. Movimentos sociais nas sociedades complexas. Petrópolis: Vozes, 2001.

QUINTAZ, Alfonso Lopez *El poder del dialogo y el encuentro*. Ebner, Haecker, Wust, Przywara. Madrid: Biblioteca de Autores Cristianos. MCMXCVII.

RELATÓRIO SÍNTESE – IV ENEJA, Encontro Nacional de Educação de Jovens e Adultos, Belo Horizonte, ago. 2002. Inf: Informação em Rede, Boletim n.48, set. 2002, São Paulo, Ação Educativa.

SARTI, Cynthia A. Família e jovens no horizonte das ações. In: Revista Brasileira de Educação, São Paulo, n. 11, maio/ago. 1999.

MR10 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DE JOVENS E ADULTOS

HABILIDADES MATEMÁTICAS E ALFABETISMO FUNCIONAL: ALGUNS RESULTADOS DO INAF-2002

Maria da Conceição Ferreira Reis Fonseca¹

A diversificação das demandas de leitura e escrita a que o cidadão deve atender para ser considerado funcionalmente alfabetizado tem levado as pesquisas sobre Alfabetismo Funcional a incluir indicadores do desempenho dos sujeitos em tarefas de uso de conceitos e procedimentos matemáticos. Apresentaremos aqui os objetivos e os parâmetros que orientaram a pesquisa 2002 do Indicador Nacional de Alfabetismo Funcional, sua metodologia e primeiros resultados, e proporemos uma reflexão sobre as indicações que tais resultados oferecem às ações pedagógicas de uma maneira geral e, em particular, dos que atuam na Educação de Jovens e Adultos.

Indicador Nacional de Alfabetismo Funcional

Em 2001, o Instituto Paulo Montenegro, instituição sem fins lucrativos, ligada ao grupo IBOPE, divulgou os resultados da primeira pesquisa referente a um Indicador Nacional de Alfabetismo Funcional, realizado em parceria com a Organização Não-governamental Ação Educativa.

O objetivo de pesquisas dessa natureza é a construção de um indicador nacional capaz de gerar informações mais detalhadas (e continuamente atualizadas) sobre os níveis de alfabetismo funcional da população brasileira, jovem e adulta, inserida ou não no sistema escolar, de modo a contribuir para o dimensionamento e para uma melhor compreensão de questões relativas às possibilidades e às restrições de acesso a bens culturais da sociedade letrada, fomentando o debate público e trazendo orientações para a formulação de políticas educacionais e propostas pedagógicas.

Para avaliar as possibilidades de mobilização de habilidades de leitura e escrita em situações de uso cotidiano, a pesquisa, realizada pelo IBOPE, utilizou uma amostra nacional com duas mil pessoas de 15 a 64 anos, amostra definida por especialistas daquele instituto, com base num amplo conjunto de informações sobre a população alvo, alcançando as mais diferentes regiões do país, em termos de localização geográfica,

¹ Doutora em Educação. Professora e Pesquisadora do Núcleo de Educação de Jovens e Adultos do Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino e do Programa de Pós-graduação da Faculdade de Educação da UFMG. Coordenadora do Projeto de Ensino Fundamental de Jovens e Adultos da UFMG.

condições de urbanização, níveis socioculturais, econômicos, de escolaridade, considerando ainda o perfil de distribuição étnica e de gênero da população brasileira.

Os entrevistadores do IBOPE dirigiam-se aos domicílios dos sujeitos da amostra e aplicavam um teste contendo tarefas relacionadas a contextos e objetivos práticos de leitura e escrita considerados mais relevantes por uma equipe de educadores e especialistas que elaborou o instrumento. O teste que foi aplicado em 2001, e novamente em 2003, compreendia 20 tarefas de complexidade variada, desde a localização de uma informação simples num texto curto e familiar, até questões envolvendo textos mais longos e complexos, o estabelecimento de relações entre informações e a realização de inferências. Para o teste, foi elaborada uma revista de variedades similar às vendidas em banca.

Além do teste, foi aplicado um questionário para levantamento do histórico familiar e educacional dos respondentes, de suas práticas de leitura e escrita, e também sobre o julgamento que fazem de suas próprias capacidades nesse campo.

Alfabetismo Funcional e Habilidades Matemáticas

Em dezembro de 2002, o Instituto Paulo Montenegro e a Ação Educativa divulgaram, então, os resultados da segunda pesquisa referente ao INAF – Indicador Nacional de Alfabetismo Funcional. Nessa segunda edição, porém, o estudo contemplaria não habilidades de leitura e escrita, mas habilidades matemáticas.

De fato, é com frequência e relevância cada vez maiores que as habilidades matemáticas vêm sendo consideradas no estabelecimento de indicadores de alfabetismo funcional.

O que se considerou como *habilidade matemática* quando da proposição de sua abordagem na construção de um indicador de alfabetismo foi a capacidade de mobilização de conhecimentos associados à quantificação, à ordenação, à orientação, e a suas relações, operações e representações na realização de tarefas ou na resolução de situações-problema.

A preocupação em considerar tais habilidades na construção de indicadores de alfabetismo funcional explica-se pelo alargamento das concepções de alfabetismo e pela

diversificação das demandas de leitura e escrita a que o sujeito deve atender para ser considerado *funcionalmente alfabetizado*. Está também associada à ampliação das perspectivas de escolarização da população, o que vem requerendo que se estabeleçam parâmetros para a abordagem de outros conhecimentos para além da alfabetização num sentido mais estrito.

A pesquisa do INAF realizada pelo IBOPE em 2002, também utilizou uma amostra de dois mil sujeitos entre 14 e 65 anos, definida com os mesmos critérios utilizados na pesquisa do ano anterior.

Nessa segunda edição do INAF, foram propostas aos entrevistados 36 tarefas de complexidade variada, que demandavam habilidades de leitura e escrita de números e de outras representações matemáticas de uso social freqüente (gráficos, tabelas, escalas, etc) e ainda a análise ou solução de situações-problema envolvendo operações aritméticas simples (adição, subtração, multiplicação e divisão), raciocínio proporcional, cálculo de porcentagem, medidas de tempo, massa, comprimento e área.

As situações de leitura, análise e cálculo eram propostas oralmente pelo entrevistador, que também recorreu à manipulação de suportes conhecidos da população em geral, tais como calendário, cédulas e moedas, folhetos de propaganda, jornal, mapa e aparelhos simples de medida (relógio, fita métrica, régua).

A resposta produzida pelo entrevistado era também comunicada oralmente ou mesmo utilizando recursos gestuais (apontar, por exemplo); uma única questão exigia uma produção escrita (anotar o número do telefone). O entrevistado poderia, entretanto, na execução das tarefas, lançar mão de recursos como lápis e papel e calculadora, que ficaram à sua disposição durante a entrevista.

Além de realizar as tarefas propostas, os entrevistados responderam um questionário parecido com aquele proposto no ano anterior, para levantamento das condições socioculturais e econômicas dos entrevistados, de suas práticas de leitura e agora também de cálculo, e ainda seu próprio julgamento sobre suas capacidades de leitura e cálculo.

Alguns resultados do INAF-2

A exemplo do tratamento dado aos resultados da primeira pesquisa INAF, que se referia a habilidades de leitura e escrita, também a partir dos resultados desta segunda

edição do INAF, que contemplou habilidades matemáticas, foram estabelecidos 3 níveis de alfabetismo funcional e definido um patamar abaixo do qual se considerou estar o sujeito em situação de analfabetismo funcional.

Em situação de **analfabetismo matemático** estariam os sujeitos que não demonstraram dominar sequer habilidades matemáticas mais simples, como ler o preço de um produto em um anúncio ou anotar um número de telefone ditado pelo entrevistador.

Com base nos resultados da pesquisa INAF de 2002, apura-se que apenas 3% da população brasileira de 14 a 65 anos encontra-se nessa situação de analfabetismo matemático, contra 9% em situação de analfabetismo absoluto apurado na pesquisa que avaliou em 2001 habilidades de leitura e escrita.

O **nível 1 de alfabetismo matemático** caracteriza-se pelo sucesso apenas em tarefas de leitura de números de uso freqüente em contextos específicos: preços, horários, números de telefone, instrumentos de medida simples (relógio, fita métrica). O sujeito neste nível 1 de alfabetismo matemático é capaz de anotar o número do telefone ditado por alguém, ver as horas em relógio de ponteiros, medir um comprimento com fita métrica e verificar num calendário em que dia da semana cai certa data. Neste nível, segundo a pesquisa, encontram-se 32% da população brasileira de 14 a 65 anos.

Já os entrevistados classificados no **nível 2 de alfabetismo matemático**, 44% de toda a amostra, demonstram dominar completamente a leitura de números naturais, independente da ordem de grandeza, e são capazes de ler e comparar números decimais que se refiram a preços, contar dinheiro e fazer troco. Também são capazes de resolver situações envolvendo operações usuais, de adição e subtração, com valores em dinheiro, e mesmo em situações que recaiam em uma multiplicação, quando não conjugada com outras operações. A maioria recorre à calculadora na execução dos cálculos envolvidos nas tarefas. Vale destacar ainda que a capacidade de identificar a existência de relação de proporcionalidade direta entre preço e quantidade, e de proporcionalidade inversa entre números de prestações e o valor da prestação só começa a ser verificada quando o sujeito atinge o nível 2 de alfabetismo funcional em Matemática.

Finalmente, o **nível 3 de alfabetismo matemático** reúne sujeitos em cujo desempenho foi identificada a capacidade de adotar e controlar uma estratégia na resolução de problemas que demandam a execução de uma série de operações. Só esse grupo executa com tranquilidade tarefas envolvendo cálculo proporcional (se o metro de

fita custa R\$ 2,00, quanto custará 80 cm de fita?). Também é neste nível que o sujeito demonstra certa familiaridade com algumas apresentações gráficas como mapas, tabelas, gráficos. E nesse nível, encontram-se apenas 21% da população brasileira de 14 a 65 anos.

Fatores que parecem influenciar no nível de alfabetismo matemático da população jovem e adulta brasileira

Os resultados da segunda pesquisa do Indicador Nacional de Alfabetismo Funcional são de uma riqueza impossível de se explorar em profundidade num tempo tão reduzido.

Mas eu gostaria de destacar um dos fatores cuja influência nos resultados parece destacar-se logo numa primeira avaliação, ainda que superficial, mas que confirma o que já havíamos observado na primeira edição do INAF.

Trata-se das influências do nível de escolarização no desempenho dos sujeitos na realização das tarefas propostas, ainda que o teste tenha sido concebido de modo a procurar confrontar os entrevistados com situações de uso cotidiano, da leitura e da escrita, no caso da pesquisa realizada em 2001, e de habilidades matemáticas na pesquisa de 2002.

Mesmo descontando os efeitos da artificialidade de uma situação de simulação, as tarefas propostas para os entrevistados assemelhavam-se às tarefas que as pessoas precisam realizar com frequência no seu dia-a-dia, tais como ler e comparar preços de produtos alimentícios ou de utensílios domésticos, contar dinheiro, fazer ou calcular troco, consultar um calendário, interpretar um gráfico simples inserido numa matéria de jornal.

A exemplo do que foi detectado na pesquisa anterior, que focalizava habilidades de leitura e escrita, também em relação às habilidades matemáticas em contexto de “uso”, o grau de instrução apresenta-se como a variável mais decisiva na conformação da distribuição da população nos diversos níveis de alfabetismo funcional.

Quase 80% dos entrevistados que não chegaram a concluir a 4ª. Série do Ensino Fundamental, ou seja, que não têm o que a gente chamava de “curso primário”, não conseguem ultrapassar o primeiro nível de Alfabetismo Matemático. Mesmo entre os

entrevistados que concluíram da 4^a. à 7^a. Série do Ensino Fundamental, ainda é muito significativo o número daqueles que permanecem nesse primeiro nível. Só na população com, no mínimo, Ensino Fundamental completo é que mais de 80% atingem os níveis 2 e 3 de alfabetismo matemático.

Tal como se concluiu na pesquisa sobre habilidades de leitura e escrita, esta pesquisa sobre habilidades matemáticas em contextos de uso cotidianos, também aponta uma escolarização mínima de 8 anos para dimensionar o alfabetismo funcional da população.

É claro que além das diferenças de “anos de escolarização”, outros fatores interferem na classificação do indivíduo pelos diversos níveis de alfabetismo funcional, muitos deles, inclusive, se fazem refletir na permanência, ou não, do sujeito na escola.

Mas uma influência tão decisiva da escolaridade nos resultados de pesquisas de alfabetismo funcional obriga-nos a algumas reflexões, especialmente para nós, educadores de jovens e adultos.

Em reação a um discurso conservador, que não considerava os conhecimentos, e mais, a sabedoria que se constrói ao longo da vida, caso não se enquadrassem, no conteúdo e na forma, aos padrões escolares, educadores mais progressistas das últimas décadas, entre os quais muitos de nós, educadores de jovens e adultos, dispusemo-nos a um movimento de valorização dos conhecimentos de nossos alunos, absolutamente necessário e coerente com a perspectiva da educação inclusiva. Mas, não raro, deixamo-nos envolver por uma visão romantizada do conhecimento que se constrói na prática e, às vezes, excessivamente cética em relação às contribuições da escolarização para o desempenho das atividades da vida social do sujeito-aluno.

Isso, que parece um contra-senso entre os que lutam pela universalização e a garantia do direito à escola para todos, permeava, no entanto, o discurso de muitos de nós, à medida que nos encantávamos com os saberes de nossos alunos, tão rico em peculiaridades e com lógicas por vezes tão diversas daquela que adotávamos e ensinávamos na escola.

Esse encantamento, se provocava uma salutar relativização do conhecimento escolar, indispensável para um diálogo honesto e fecundo na relação pedagógica, em alguns casos produziu um considerável descrédito nas possibilidades do conhecimento escolar na formação humana de nossos alunos e nos reflexos que a escolarização

poderia ter em sua vida. Chegamos a acreditar que seria comum ter “na vida dez, na escola zero”.

Os resultados dos INAFs de 2001 e 2002, entretanto, revelam que as possibilidades de produção de respostas às demandas sociais são decisivamente incrementadas pela oportunidade da vivência escolar, o que reforça nossa responsabilidade de educadores no desempenho de nossa profissão docente, e nosso compromisso de cidadãos engajados num movimento de democratização das oportunidades e da qualidade da Educação no Brasil.

Nesse sentido, deve-se considerar o desempenho e as dificuldades dos entrevistados no INAF-2 também como indicadores a apontarem diretrizes para o ensino da Matemática na escola básica, de modo especial quando o trabalho pedagógico se dirige a alunos jovens e adultos.

Uma análise do índice de acerto, questão por questão, revela que a maior dificuldade dos entrevistados não está em “fazer contas”, mas em **resolver problemas**. Na vida e na escola, as pessoas parecem ter sido treinadas para a execução de tarefas pré-definidas, mas não para a análise de situações, para o estabelecimento de um plano, para a seleção e/ou a busca de dados relevantes, para a execução articulada e o controle dessa execução de procedimentos criados ou adaptados, para a interpretação e a crítica dos resultados encontrados e sua disponibilização para novos usos futuros. Uma ação educativa que vise proporcionar ao aluno a oportunidade de desenvolver essas estratégias de resolução de problemas é muito mais do que ensiná-los a fazer contas ou fazê-los decorar algumas fórmulas.

O trabalho com a resolução de problemas na escola, já incorporado no nível do discurso pelos textos oficiais e dos manuais de apoio, requer, entretanto uma preparação dos profissionais, em geral educados numa outra perspectiva de ensino de matemática, em que os problemas serviam para “treinar certos procedimentos”, e não, ao contrário, os procedimentos é que são demandados e estabelecidos para a viabilizar a resolução do problema.

E já que falamos em fazer contas, é preciso que a escola em geral, e de modo urgente a escola que acolhe jovens e adultos, incorpore de maneira definitiva o manejo de calculadoras, bem como de outros recursos tecnológicos – mas eu insisto nas

calculadoras que são aparelhos ao alcance de todos – como habilidade básica e indispensável a ser adquirida pelos alunos.

Praticamente a metade da população pesquisada declara usar habitualmente a calculadora em seu dia-a-dia (49%). Em algumas questões do teste, a taxa de utilização desse instrumento supera os 70%. Esses altos índices relativos à utilização da calculadora, entretanto, não se repetem no cômputo de acertos dessas mesmas questões. Como já tivemos a oportunidade de discutir aqui, “fazer a conta certo” não garante o sucesso na resolução de um problema, mas as dificuldades ao “pilotar” a calculadora, o uso restrito de seus recursos, o desconhecimento de certos critérios ao interpretar o número que aparece no visor também prejudicaram os entrevistados e apontaram para a necessidade de a escola dar uma atenção especial à utilização desse equipamento.

Os temores de que “assim os alunos não vão aprender a fazer contas” devem ser ponderados com a preocupação, que deve ser prioritária, de que os alunos venham a saber “o que fazer com as contas”. Além disso, muitos educadores já se debruçaram sobre possibilidades pedagógicas da máquina de calcular e já não é exatamente uma raridade encontrar em bons livros didáticos atividades muito interessantes e formativas lançando mão da calculadora e possibilitando aos alunos explorarem seus recursos de maneira consciente e produtiva.

Outro ponto crucial é o empenho que devemos ter em proporcionar aos nossos alunos oportunidades de acesso a representações matemáticas diversificadas, que devem ser objeto de discussão, interpretação, tratamento como fonte de dados e de inferências, como condição, para o estabelecimento de critérios de julgamento, para o acesso a informações e recursos, para a compreensão do mundo em que vivemos e para a expressão dessa nossa compreensão.

A indicação de que apenas 21% da população brasileira conseguem compreender informações a partir de gráficos e tabelas, freqüentemente estampados nos veículos de comunicação, é absolutamente aflitiva, na medida em que sugere que a maior parte dos brasileiros encontra-se privada de uma participação efetiva na vida social, por não acessar dados e relações que podem ser importantes na avaliação de situações e na tomada de decisões.

Demandas formativas na educação matemática de jovens e adultos

Depois desses comentários que teci sobre um indicador que procura delinear o perfil da população brasileira em relação aos níveis de alfabetismo **funcional**, e sobre o desempenho da amostra pesquisada quando confrontada com tarefas cotidianas que demandam a mobilização de habilidades matemáticas, e sobre a associação dos resultados da pesquisa à questão da escolaridade, e, finalmente, a partir daí, da proposição de algumas reflexões para o ensino de matemática que se realiza nas escolas e de modo especial na Educação de Jovens e Adultos, sinto ser necessário propor ainda mais uma reflexão, para evitar que se interprete nossa intervenção como uma defesa de uma educação matemática pautada apenas no aspecto utilitário do conhecimento matemático.

Com efeito, as discussões sobre Educação Matemática de Jovens e Adultos fazem emergir inevitavelmente a preocupação com sua dimensão utilitária, considerando a demanda urgente de instrumentos que proporcionem aos nossos alunos o enfrentamento das situações de sua vida e de sua luta diárias. A exploração dessa dimensão utilitária deve também ser explorada, não só porque *justifica* o conhecimento matemático contemplado pela escola, mas porque fornece ao aluno adulto, em sua relação adulta com o objeto de conhecimento, algumas chaves de interpretação e produção de sentido, indispensáveis para uma relação de ensino-aprendizagem permeada pelo respeito e o espírito de construção da autonomia.

Mas para além da dimensão utilitária, os sujeitos da EJA percebem, requerem, e apreciam também a dimensão formativa do conhecimento matemático: aspectos do conhecimento matemático que oportunizam contemplar suas indagações de cunho filosófico, de natureza arquetípica, de construção histórica...

Essa dimensão formativa da Matemática na EJA emerge numa perspectiva diferenciada daquela assumida pelas crianças ou no trabalho com elas. Os aspectos formativos na educação da infância e da adolescência têm, em boa medida, uma referência no futuro, naquilo que os alunos virão a ser, enfrentarão, conhecerão.

Na educação de adultos, porém, os aspectos formativos adquirem um caráter de atualidade, quando provocam ali, naquela noite, precisamente naquela aula, a mobilização de uma emoção que é presente, que co-move os sujeitos, jovens ou adultos aprendendo e ensinando Matemática, enquanto resgatam (e atualizam) vivências, sentimentos, cultura, e um vir-a-ser sujeito de conhecimento **que precisa realizar-se no presente.**

MR10 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DE JOVENS E ADULTOS

REFLEXÕES EM TORNO DOS SUJEITOS DO ATO DE ENSINAR E DO SEU PROCESSO DE FORMAÇÃO

Maria Celeste Reis Fernandes de Souza

Configura-se como desafio para a educação brasileira educar os milhares de jovens e adultos (mulheres e homens) a quem o direito e o acesso à educação foi negado e os inúmeros jovens que cotidianamente deixam as nossas escolas inserindo-se no universo das Pessoas Jovens e Adultas – EJA- que retornam tardiamente ao espaço escolarizado.

É consenso geral que não basta o acesso desses sujeitos à educação e à construção de propostas direcionadas à educação continuada. É preciso uma educação efetiva que se disponha a ultrapassar a visão compensatória, visão segundo a qual caberia à escola, “compensar as lacunas ou deficiências vivenciados pelos jovens e adultos em seu processo de escolarização” (Parenti,2000,p.120).

Ao pensar na educação dessas pessoas, proponho como eixo para esta discussão os sujeitos do ato de ensinar: os professores e o seu processo de formação. Destaco duas questões suscitadas a partir da minha inserção na área da Educação de Pessoas Jovens e Adultas e no campo da formação de professores, nesse caso específico, a formação dos professores de matemática: as imagens construídas pelos professores sobre os jovens e adultos e as concepções sobre a dinâmica do processo ensino-aprendizagem do conteúdo matemático para a EJA.

Imagens construídas pelos professores sobre Jovens e Adultos.

A visão idílica de um adulto que retorna à escola, ansioso pelo saber escolar, para recuperar o tempo perdido, para aprender a ler e tornar-se um cidadão é a imagem mais freqüente evocada por muitos daqueles que se propõem a atuar, discutir, estudar na área da Educação de Pessoas Jovens e Adultas.

O primeiro desafio que se impõe para quem atua no campo da formação de professores é a desconstrução desta imagem, já que a mesma favorece o

desenvolvimento de uma visão compensatória sobre a EJA e a não compreensão sobre as especificidades desses sujeitos.

Urge contrapor-la ao número expressivo de adolescentes e jovens para os quais a escola não representa a recuperação de um tempo perdido. Para os alunos “expulsos” do espaço escolar, a experiência de retorno à escolarização muitas vezes não é bem vinda¹. Os jovens vivenciam espaços, ritmos e tempos diferenciados e em função dessas especificidades atribuem significados à escolarização.

Significados esses, muitas vezes, ignorados nas políticas, nos programas e nas práticas educacionais destinados a adolescentes e jovens, quase sempre marcadas por uma visão supletiva que ignora as dimensões cognitivas e culturais destes sujeitos.

Outro desafio é lançar um olhar atento sobre as mulheres, que hoje representam, no Brasil, 51%² do público da Educação de Jovens e Adultos a ser alfabetizado.

Esse universo feminino na EJA é reconhecido na V Conferência Internacional sobre Educação de Jovens e Adultos - CONFITEA - , sendo ressaltado no documento que expressa suas conclusões (Agenda para o futuro) a importância de se efetivar políticas e práticas na EJA que atendam às mulheres e aos homens. Reconhece esse documento que dos milhões de pessoas, da população mundial, que não têm acesso à educação, a maioria é constituída de mulheres.

Entender, pois, as singularidades do feminino, os desejos, os sonhos, o que efetivamente move o retorno à escolarização, a luta pela construção dos projetos pessoais e coletivos das mulheres e, principalmente, como os mesmos se encontram marcados pela exclusão³, é vital para quem se propõe a educar.

Forçosamente ampliar a compreensão sobre jovens e adultos é buscar referência nos trabalhos de Oliveira(2001) e Fonseca (2002) que discutem as singularidades e especificidades desses sujeitos.

¹ Situo aqui os adolescentes e jovens, menores infratores atendidos pelo Projeto de Educação de Jovens e Adultos da Univale.

² Dados do documento “Infome apresentado à Oficina Regional na UNESCO para América Latina e Caribe.”

Pesquisa⁴ realizada pelo Grupo de Estudos e Pesquisas em EJA da Universidade Vale do Rio Doce - Univale , ao investigar os significados que os jovens e os adultos atribuem à experiência escolarizada, conclui que nesses significados encontram-se a marca da exclusão, das relações com o conhecimento e as marcas pessoais.

Pensar sobre os jovens e os adultos, alunos da EJA ,é pensar nos sujeitos e nos significados que os mesmos atribuem à experiência escolarizada, compreendendo os reflexos desses significados sobre o processo de escolarização e assim atuar de fato em uma concepção freireana , segundo a qual o aluno é sujeito do ato de aprender, inserido em um espaço de vivências, com uma experiência de vida e saberes historicamente construídos.

Concepções sobre a dinâmica do processo ensino aprendizagem do conteúdo matemático para a EJA.

Historicamente a formação dos professores de matemática se constituiu como um apêndice dos cursos de bacharelado em matemática, o que dificultava a construção da identidade docente.

O currículo desses cursos dividia-se cuidadosamente entre a área de exatas e humanas, restando às últimas o descaso dos alunos, em sua maioria, e muitas vezes dos próprios professores de matemática.

A este respeito, Pires(2000) chama atenção para o forte academicismo e para o papel desempenhado pelos alunos como receptores de informações e executores de propostas.

Para esses alunos, ensinar e aprender matemática era resolver listas de exercícios, desenvolver cuidadosamente um raciocínio matemático e chegar à resposta correta.

³ Novamente retorno ao Projeto de Educação de Jovens e Adultos da Univale e as mulheres catadoras de material reciclável atendidas pelo Projeto.

⁴ Os significados que jovens e adultos do Projeto de educação de Jovens e Adultos da Univale atribuem a experiência escolar.

Com as discussões atuais no campo da formação dos professores e com a cisão entre bacharelado e licenciatura, os projetos pedagógicos dos cursos de matemática passam a tratar em termos curriculares de forma mais equitativa os saberes matemáticos e os saberes pedagógicos.

Entretanto, na prática, os saberes pedagógicos e matemáticos continuam a se contrapor. Contraposição evidenciada nas relações com esses conhecimentos em sala de aula, na dimensão metodológica e nas práticas avaliativas que refletem as concepções dos professores desses saberes. Romper com essa contraposição, constitui-se um desafio para alunos e professores desses cursos.

É o professor de matemática, formado nesse contexto, que ensinará aos jovens e adultos e deverá compreender que a dinâmica do processo ensino-aprendizagem para a EJA se sustenta por uma visão diferente daquela vivenciada no seu processo de formação.

Para a constituição da sala de aula como um espaço de relações, de construção e reconstrução dos significados, é forçoso compreender os jovens e os adultos como sujeitos da aprendizagem. Esta compreensão só é possível a partir da desmistificação de que existe uma idade certa para aprender, do reconhecimento dos jovens e dos adultos como sujeitos cognitivos e da construção de parâmetros para o processo ensino aprendizagem que se sustentam na preocupação com o outro, enquanto pessoa, que traz consigo as marcas da cognição, da vivência da exclusão e as marcas pessoais.

Nessa perspectiva, faz-se necessário uma reflexão sobre a visão do conteúdo para a EJA.

Tenho vivenciado a experiência da discussão com professores de matemática sobre os conteúdos a serem tratados em sala de aula na Educação de Pessoas Jovens e Adultas. A visão dos professores sobre os conteúdos, que emerge dessa experiência, tem se limitado à relação de alguns tópicos, selecionados a “priori” e tendo como referência os livros didáticos. Entendo ser esta uma dificuldade para o ensino da matemática na EJA, em função da visão supletiva que ainda prevalece nesta modalidade educativa e ousar afirmar que também pelo desconhecimento de muitos

professores de matemática e dos nossos alunos em formação, da mesma como Ciência, a ser ensinada no espaço escolar.

Nesse sentido, urge repensar a formação dos professores considerando os processos pelos quais os mesmos constroem seus conhecimentos e deles se apropriam, a relação com os saberes matemáticos e o entendimento de que nossos alunos em formação também atribuem sentidos e significados ao espaço escolarizado.

É muito comum que professores em formação vejam a Matemática como um conhecimento “não construtível “ ou seja, algo que é passível apenas de ser transmitido; também é freqüente não considerarem importante a compreensão dos “por quês” dos algoritmos, das regras, etc. Justificam ainda que aprenderam desse jeito e que os caminhos que podem levar à melhor compreensão de um assunto são muito longos (alegam que não se pode perder tempo, pois há um programa a ser cumprido). (PIRES, 2000, p.13)

Urge, ainda, desmistificar o caráter utilitarista da EJA, visão em que só tem valor, para o jovem e os adultos, os conhecimentos úteis às suas vivências diárias e reconhecer, como apontam os estudos nesse campo, que para estes sujeitos, a escola é um espaço propiciador de conhecimentos e aprendizagens.

As reflexões, aqui apontadas, indicam-nos o desafio que se impõe para a Educação Matemática de Pessoas Jovens e Adultas: formar Educadores Matemáticos.

Nessa formação, considera-se relevante, que os projetos pedagógicos dos cursos de matemática contemplem, em sua dimensão formadora, estudos e discussões sobre a EJA que favoreçam a compreensão dos sujeitos a partir das dimensões aqui apontadas e que, no interior dos cursos de matemática, se aprofundem as discussões em torno da formação de professores e que se considere efetivamente os alunos em formação como sujeitos do ato de aprender.

É necessário construir com nossos alunos futuros professores de matemática e sujeitos do ato de ensinar, uma imagem da EJA, pautada essencialmente na sensibilidade, no reconhecimento do outro, com suas diferenças, seus saberes e suas práticas.

Nesse sentido, tenho trabalhado, com os alunos do curso de matemática da Univale e, em diversos momentos, saído da sala de aula para ouvir os jovens e os adultos em diversos espaços escolarizados: escolas públicas, o Projeto de Educação de Jovens e Adultos da Univale, os cursos supletivos. Ao avaliar junto aos alunos estas experiências, sobressaem a sensibilidade, o entendimento das exclusões sofridas pelos sujeitos, a compreensão sobre os seus desejos e as expectativas com relação à escolarização. Muitos alunos, nesse momento, revisitam suas histórias, as histórias de suas famílias e nos mostram que o processo de Educação de Pessoas Jovens e Adultos é um processo humanizador para alunos e professores.

É a perspectiva da humanização, da revisão de atitudes, da construção e reconstrução de sentidos e significados, da construção de projetos pessoais e coletivos que se impõem a alunos e professores da EJA. É a perspectiva humanizadora e dialógica proposta por Paulo Freire e traduzida nas falas abaixo:

“Vir aqui é muito bom, porque aqui a gente é gente.” (aluna catadora de Material Reciclável de 64 anos do Projeto EJA/ Univale)

“Só vendo e ouvindo os jovens e adultos é que a gente pode começar a sentir o que é a EJA.” (aluna do curso de matemática-Univale)

Referências Bibliográficas:

- CORREA, Licinia Maria, BICALHO, Maria Gabriela Parenti, SOUZA, Maria Celeste Reis Fernandes de. *Os significados que Jovens e Adultos do Projeto de Educação de Jovens e Adultos da Univale atribuem a experiência escolar*. Governador Valadares. Faculdade de Educação da UNIVALE, 2003. (Relatório de pesquisa)

- DI PIERRO, Maria Clara; GRACIANO Mariângela. *A educação de Jovens e Adultos no Brasil. Informe apresentado à Oficina Regional na UNESCO para América Latina e Caribe*. 2003. Disponível em <http://www.acaoeducativa.org>. Acesso em: 6/09/2003.

- FONSECA, Maria da Conceição Ferreira Reis. *Educação Matemática de Jovens e Adultos. Especificidades, desafios e contribuições*. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

- FREIRE, Paulo. *Educação como prática de liberdade*. Rio de Janeiro: paz e Terra, 1991.
- OLIVEIRA, Martha Kohl de. Jovens e Adultos como sujeitos de conhecimento e aprendizagem. In: RIBEIRO, Vera Masagão (org.) *Educação de Jovens e Adultos. Novos Leitores, Novas leituras*. São Paulo: Ação Educativa, 2001.
- PARENTI, Maria Gabriela. Educação Compensatória. IN: SETASCAD/UFMG. *Dicionário da Educação Profissional*. Belo Horizonte: Fidalgo&Machado Editores, 2000.
- PIRES, Célia Maria Carolino. *Novos desafios para os cursos de Licenciatura em Matemática*. Educação Matemática em revista. Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática. São Paulo Ano 7. no 8. p.10-15, jun.2000.
- UNESCO. V Conferência Internacional sobre Educação de Adultos. Declaração Final e Agenda para o futuro. Hamburgo. 1997-Brasília: SESI/UNESCO, 1999.

MR11 PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

UMA ABORDAGEM QUALITATIVO-FENOMENOLÓGICA

Maria Queiroga Amoroso Anastacio¹

Ao ser convidada para participar dessa mesa redonda de pesquisa em educação matemática, não pude deixar de, num primeiro momento, remeter-me ao encontro mineiro que se realizou no ano 2000, aqui mesmo, nessa universidade.

Naquele novembro, contávamos, entre os professores encarregados de expor suas articulações sobre pesquisa, com dois convidados que de modo único estão presentes na minha trajetória como pesquisadora: o Prof.Dr.Eduardo Sebastiani Ferreira e a Prof^a.Dr^a. Maria Aparecida Viggiani Bicudo. A presença desses dois pesquisadores no meu percurso de pesquisa como orientadores, tanto no mestrado com no doutorado, marcou, profundamente, o modo como hoje entendo a pesquisa em Educação Matemática.

Assim, quero iniciar minhas reflexões sobre pesquisa expondo, num primeiro momento, como compreendo o pesquisar em Educação, especialmente em Educação Matemática, percorrendo, de modo reflexivo, minha própria trajetória.

Recordo-me, ainda, com clareza, dos primeiros momentos vividos por mim no recém criado mestrado em Educação Matemática na Unesp em Rio Claro. Depois de quase quinze anos de trabalho como professora de matemática no ensino fundamental, 5^a a 8^a séries, na rede pública municipal, estadual e particular tanto no Rio de Janeiro, onde iniciei minha atuação profissional, como em Campinas, para onde havia me mudado ao final da década de 70, finalmente decidi-me por continuar meus estudos. Vivenciava um questionamento muito forte, talvez como consequência de um grande desgaste resultante dos movimentos de mobilização por melhores condições de trabalho e de salários que havíamos vivido ao longo do ano anterior à minha entrada no mestrado, em 1985. Perguntava-me, entre outras coisas,

¹ Doutora em Educação – Prof^a do Mestrado em Educação da Unincor – Três Corações – MG.. Prof^a aposentada da UFJF.
e-mail: maria.queiroga@terra.com.br

sobre o sentido do trabalho que vinha desenvolvendo com os alunos, especialmente os da periferia de Campinas, onde tinha um cargo efetivo como professora da rede estadual. Perguntava-me, ainda, sobre o ensinar, o aprender, a matemática, as questões da adolescência, entre outros temas de cunho mais sócio-político, como por exemplo, a desigualdade de oportunidades sociais, as condições precárias de moradia de muitos de meus alunos, o movimento dos sem-terra que, naquele momento, iniciava um núcleo próximo à escola. Todas essas inquietações haviam me levado, inclusive, a quase me afastar da tarefa de educadora. Sentia-me impotente para lidar com todos os problemas que me visitavam em minha prática educacional e, naquele momento, parecia-me que a solução mais acertada era mudar de atividade, procurando, talvez, um outro campo de realização profissional. Entretanto, ao ingressar no Mestrado em Educação Matemática da Unesp-Rio Claro no contato com as idéias, com os cdegas e, particularmente, com os professores, fui me abrindo à possibilidade de permanência no campo da Educação.

Quero privilegiar, especialmente, o encontro com os educadores matemáticos que atuavam como professores naquele mestrado, entre os quais o professor Mário Tourasse, o professor Ubiratan D'Ambrosio, o professor Luis Roberto Dante e aqueles cujo nome já mencionei ao iniciar essa apresentação. O contato com suas propostas instalou em mim a possibilidade de um outro olhar sobre as questões que constituíam minhas preocupações. Em um primeiro momento, ainda imersa nos questionamentos que trazia, vivenciei a perplexidade e, depois de uma grande dificuldade em eleger entre todos aqueles temas aquele que se constituiria como assunto de pesquisa e elaboração de minha dissertação de mestrado, acabei por decidir-me por pesquisar sobre a modelagem matemática como alternativa para o trabalho com a matemática escolar. Queria compreender de que modo a modelagem oferece uma possibilidade de lidar com os conhecimentos que se mostram na realidade vivida pelos alunos. Ao expor esse fato, quero enfatizar que pesquisar em Educação implica, certamente, em escolher um tema. E, que a escolha desse tema constitui um momento único da trajetória. É a partir de um questionamento expresso de forma clara que se pode iniciar um percurso que encaminha para um bom desenvolvimento de pesquisa. Assim é preciso, como afirma Bicudo (1993) "perseguir uma interrogação de modo rigoroso, sistemático, sempre andando em torno dela, buscando todas as suas dimensões."

É bastante comum, ao definir o assunto sobre o qual se vai trabalhar na pesquisa, seja visando à elaboração de uma dissertação de mestrado, seja com qualquer outro propósito, que o sujeito se decida por algo o qual, apesar de ter importância no ambiente educacional, não ecoa com seus interesses e preocupações. Como consequência, apesar de, possivelmente, conseguir encaminhar os procedimentos metodológicos necessários, falta ao trabalho o envolvimento que nasce do compromisso do pesquisador com o tema. Ou seja, um dos pontos de fundamental importância para o trabalho de pesquisa é ter, efetivamente, uma inquietação que, como fio condutor, vai abrindo os caminhos da pesquisa. Ao mencionar esse aspecto introduzo já uma concepção: a da pesquisa qualitativa, pois quero sublinhar a ênfase em construir o caminho e não em traçar, “a priori” todos os passos que deverão ser dados.

Na palavra *qualitativa* mostra-se o olhar e a atitude do pesquisador, que procura desenvolver compreensões e não explicações. Ou seja, procura tratar o fenômeno que pretende investigar sem a intenção de controlá-lo. Por esse motivo, ao adotar essa modalidade de pesquisa, em qualquer de suas possibilidades: etnográfica, fenomenológica, histórico-crítico, entre tantas outras que se descortinam neste horizonte, o pesquisador já expõe uma escolha epistemológica. Nesse sentido, o modo como compreende o conhecimento se insere no âmbito das propostas construtivistas que pensam a realidade, a verdade, a ciência como resultado da intervenção dos homens e mulheres em diferentes tempos e lugares. Assim, em lugar de querer, através de sua pesquisa, demonstrar uma verdade posta pela ciência, o pesquisador se dispõe, efetivamente, a desenvolver um olhar investigativo. Não parte de pressupostos que, como hipóteses, devem ser comprovados. Mas, parte de questionamentos para os quais efetivamente não desenvolveu, ainda, compreensões. Ao expressar-me desse modo enfatizo que, nessa modalidade de pesquisa, não há preocupação com encontrar uma resposta verdadeira para uma pergunta que procura estabelecer relações, que muitas vezes, no método científico, se manifestam como sendo de causa e efeito.

A influência do modo como a ciência foi se constituindo na cultura ocidental e o fato das ciências humanas terem despontado a partir do final do século XIX, tem, nessa ótica, consequências que gostaria de comentar.

O nascimento das ciências tais como a Antropologia, as Ciências Sociais e a Psicologia esteve marcado pelas concepções da época impregnadas do Positivismo e de uma visão de racionalidade que se apóia no método cartesiano e na matemática como garantias para se chegar à verdade. O método cartesiano, enunciado pelo filósofo com o intuito de ordenar os procedimentos para se chegar à verdade, tem estado presente nos caminhos de investigação que se inserem nos métodos quantitativos que buscam, de um modo geral, proposições universais, como as da matemática, e verdades que possam ser assumidas em quaisquer tempos e lugares.

O discurso do método de Descartes expõe a convicção de que a Matemática, em oposição às línguas e humanidades, é a única que pode indicar o caminho para a verdade. Descartes (1989, pp.44 e 45) enuncia os preceitos de seu método, inspirado na demonstração matemática, e afirma que para se chegar ao conhecimento da verdade, é preciso despir-se de todos os preconceitos que os sentidos instalam no “ser conhecedor”. É preciso despir-se, também, das opiniões que lhe chegam pelo contato com os outros e com o mundo. É o famoso dualismo cartesiano, ou seja, um mundo que consiste em uma máquina matemática, estendida no espaço, “res extensa”; e outro mundo, que consiste de espíritos pensantes, “res cogitans”, sem extensão (BURTT, 1991, p.96). A cognição está, para Descartes, separada do corpo-máquina.

O pensamento de Descartes instala, pois, uma concepção de ciência que supõe sempre a possibilidade de tornar objetivo o conhecimento do mundo, por separá-lo das sensações e percepções do corpo. É o pensamento – entendido em Descartes como racionalidade – o único canal seguro para se chegar à Verdade. Descartes acredita que Deus inscreveu em cada homem as sementes da verdade. A experiência tem a função de despertar essas sementes.(ANASTACIO,1999)

Essa abordagem do conhecimento que se centraliza na Matemática como canal seguro e que destitui as sensações por julgá-las sempre equivocadas constitui a base na qual a ciência, no Mundo Ocidental, foi se erigindo. Na proposta de Descartes a condição de existência do sujeito centraliza-se no espírito ou pensamento, entendido como racionalidade, separando esse sujeito do mundo dos objetos e das coisas. De tal modo essa proposta tem influenciado o pensamento científico que, em seu nome, até as ciências chamadas humanas,

como acabamos de mencionar, tais como: a Psicologia, a Sociologia, entre outras, têm se utilizado dos processos objetivos da Matemática e das experimentações do empirismo para garantir, à força da repetição exaustiva de resultados, a verdade dos fatos observados. Efetivamente, o nascimento dessas ciências num contexto em que as chamadas ciências duras dão a tônica do conhecimento acaba por impregnar o método científico que, nos seus procedimentos, reduz fenômenos complexos a seus componentes básicos e procura estabelecer os mecanismos através dos quais esses componentes interagem.

Esse modo de proceder da ciência apoia-se na crença da universalidade das verdades e na lógica dos raciocínios matemáticos. Em outras palavras, o método científico utiliza-se dos procedimentos da Matemática e enfatiza, mais ainda, a ciência como um “porto seguro” que possibilita o conhecimento verdadeiro. A Matemática, tradicionalmente, afirma Ernest (1991, p.4), tem sido vista como o paradigma do conhecimento certo. Consiste em um conhecimento “a priori”², ou seja, que é definido unicamente sobre a razão ³, sem recurso à observação do mundo. A prova dedutiva consiste no fundamento do saber matemático e dá as bases para a validação da verdade das proposições matemáticas. Esse modo de conceber o conhecimento matemático é absolutista pois, de um lado, os axiomas matemáticos são admitidos como verdadeiros e, de outro lado, as regras lógicas garantem que os encadeamentos, feitos para passar de uma proposição para a outra, preservem essa verdade. A Matemática, nessa forma de ser concebida, é um conhecimento universal; independente do homem; descoberta, não inventada; despojada de valores culturais e neutra. (ANASTACIO,1999).

Essas concepções vêm impregnando os métodos de pesquisa que se denominam quantitativos e, de certa forma, pela própria preocupação com valores universais e generalizáveis, também têm influenciado aqueles pesquisadores que, escolhendo uma abordagem qualitativa de pesquisa, ainda se preocupam com hipóteses, adotando, muitas vezes sem o perceberem, um encaminhamento positivista. Acho importante, nesse momento, esclarecer que uma escolha metodológica é definida não pela opção por procedimentos ditos qualitativos ou quantitativos, mas pelo próprio encaminhamento dado

² “a priori” no sentido tomado por Ernest refere-se ao conhecimento que é definido anteriormente à toda experiência e sem o uso dos sentidos.

³ Razão, inclui, para Ernest, a lógica dedutiva e definições que são usadas como a base a partir da qual o

pelo pesquisador ao seu trabalho. Assim, apesar de adotar instrumentos de pesquisa tais como entrevistas, observações e descrições em lugar de questionários fechados, experimentações e amostras submetidas a um tratamento estatístico, pode-se adotar uma análise de dados que se insere no âmbito do positivismo ao se buscar demonstrar hipóteses previamente postas ou construir generalizações. Ao proceder desse modo fica explicitado que a atitude do pesquisador ainda está influenciada pelas concepções de universalidade que impregnam as ciências tais como a Física, a Química e até mesmo a Biologia.

A discussão metodológica tem se dado muito mais no âmbito dos métodos utilizados do que na produção do conhecimento. Como aponta González Rey,(1999) muitos dos pesquisadores qualitativos e quantitativos, apesar de suas divergências, continuam no mesmo marco epistemológico: o positivismo

Na busca de uma proposta qualitativa, põe-se, então, a questão de discutir os pressupostos epistemológicos da pesquisa. Ou seja, trata-se de expor os aspectos sobre os quais o pesquisador deve se debruçar para compreender a trajetória de pesquisa na qual se insere. Um dos pressupostos epistemológicos centrais que diferenciam o positivismo de uma proposta epistemológica qualitativa diz respeito à compreensão da realidade em sua complexidade e não como algo simples que possa ser descrito a partir de poucas leis universais.

Na abordagem exposta por Bicudo (2000), entende-se a realidade como criada/construída e o conhecimento como atividade da percepção, da explicitação do percebido, das significações desenvolvidas nos meios da expressão que lhes possibilitam ser corporificadas nas falas dos sujeitos que participam dos processos de investigação. Trata-se do caráter intersubjetivo de produção do conhecimento.

Assim, ao adotar uma proposta metodológica qualitativa, o pesquisador assume a ruptura com as concepções que se enraízam no positivismo. Sua visão de realidade e de conhecimento já não se pauta pelo controle de dados, experimentação e fundamentação teórica. Fala-se, nesse sentido, mais em aproximações teóricas e conhecimentos construídos

que se entrelaçam às observações realizadas pelo pesquisador do que em base teórica que permita confrontar dados, comprovar pressupostos.

Entretanto muitos criticam a pesquisa qualitativa porque a acusam de pouco séria, subjetiva, descritiva em oposição à rigorosa, objetiva e neutra. Essa crítica reflete a dificuldade em compreender que os procedimentos de rigor adotados por pesquisadores qualitativos não são os que se inserem na matemática, ou os do método empírico. Talvez, pela própria formação que tivemos no campo da ciência matemática, nós, educadores matemáticos, nos deparamos com algumas dificuldades em assumir as abordagens qualitativas. Perguntamo-nos pela relevância do tema de pesquisa, pelos procedimentos que garantam isenção, neutralidade.

No trabalho que venho desenvolvendo na orientação de alunos de mestrado, especialmente, tenho assumido a proposta de pesquisa qualitativa que tem a fenomenologia como suporte.

Enraíza-se, esse modo de pesquisar, nas idéias desenvolvidas por Husserl, filósofo alemão, que justamente ao final do século XIX, critica as concepções da ciência, propondo que se procure chegar às essências. Para esse autor, “trata-se de descrever, não de explicar nem de analisar” , como afirma Merleau-Ponty(1994) no prefácio da sua *Fenomenologia da Percepção*, escrita em 1945. E, continua enfatizando que essa ordem que Husserl dá a fenomenologia que se inicia é antes de tudo uma desaprovação da ciência. Nessa perspectiva, Merleau-Ponty desaprova a ciência por ela se afastar das percepções dos sujeitos. Assim, o filósofo critica tanto o intelectualismo como o empirismo e convida a retornar às coisas mesmas, ou seja a abandonar a ciência como verdade absoluta e reconhecer a incompletude da reflexão científica. Nesse sentido, ao encaminhar uma proposta fenomenológica de pesquisa, busca-se deixar de lados os pressupostos, ou seja as hipóteses, para interrogar o fenômeno que se mostra, afastando-se das explicações e das relações de causalidade.

Esse modo de investigação parte sempre de uma interrogação e propõe olhar, cuidadosamente, o entorno buscando desvelar, de diferentes ângulos de visada, aquilo que se propõe compreender.

A questão posta pelo pesquisador é que conduz os procedimentos e vai dirigindo os encaminhamentos do trabalho buscando, sempre, o que faz sentido para ele, seguindo a proposta fenomenológica de ir-à-coisa-mesma, e não, como chamávamos a atenção, a conceitos ou a idéias que tratam da coisa.

As pesquisas que vêm sendo desenvolvidas pelo grupo de Educadores Matemáticos que trabalham com a fenomenologia, entre os quais destaco os trabalhos da Prof^a Maria Bicudo, falam da qualidade dessa modalidade de investigação. O método fenomenológico de pesquisa tem sido teorizado por esse grupo, especialmente contribuindo com publicações que expõem esse modo de fazer pesquisa.

Assim, diante de questionamentos tais como: o rigor da pesquisa, o caráter social do conhecimento, as generalizações e, ainda, a pertinência dos temas, quero apontar algumas considerações.

Afirma Bicudo (2000) que sempre buscou conduzir sua investigação com critérios de rigor. Entretanto, não do rigor das ciências exatas que conferem ao tratamento estatístico a garantia de chegar a resultados verificáveis. Esse modo de pesquisar está, geralmente, associado, a uma concepção de conhecimento que, ao partir de pressupostos teóricos, lança mão de procedimentos que levam por caminhos que, a priori, já se tomam como verdadeiros. Ou seja, ao pesquisar partem de fatos já conhecidos, sobre os quais já têm a resposta, expondo, assim, a inutilidade de sua pesquisa. Buscam, nesse sentido, corroborar o que já sabem de antemão.

Por exemplo, o pesquisador que se pergunta pelo ensino de geometria nas escolas municipais de sua cidade, pode elaborar um projeto em que procura constatar o que nas suas argumentações já assume como verdade: o ensino de geometria tem sido abandonado no nível fundamental da escola porque os professores não aprenderam geometria na sua formação. Ao partir desse pressuposto, pode elaborar questionários e entrevistas em que o que quer provar já estava em germe no seu problema de pesquisa. Certamente lançará mão de gráficos comprovando o que pretendia mostrar.

Se o pesquisador em questão assume uma abordagem fenomenológica de pesquisa, seu questionamento enraíza-se no seu real vivido e, em lugar de se preocupar em demonstrar que efetivamente o ensino de geometria tem sido abandonado nas escolas, pergunta-se: “como vem sendo desenvolvido o trabalho com a Geometria em escolas publicas municipais da cidade?”. Assim se abre a perguntar o modo como a geometria vem sendo tratada nessas escolas, buscando compreender esse fenômeno: ensino de geometria em sua cidade, sem previsões a priori.

Ao colocar essa questão abrem-se muitas possibilidades para a escolha de seus sujeitos de pesquisa e instrumentos. Possivelmente, trabalhará com o depoimento de professores e com as descrições desses depoimentos, passando a uma análise das falas dos professores, adotando os procedimentos do método fenomenológico. Poderá, ainda, trabalhar observando aulas de professores e registrando o que observa, seja por relato ou em vídeo. Esses dados, ao serem analisados, encaminharão para iluminar o fenômeno ensino de geometria.

Essa análise expõe, sempre, a compreensão do pesquisador situado no foco de sua questão, articulada, essa compreensão, aos conhecimentos que estão disponibilizados pela cultura.

Assim, a obtenção de dados na abordagem fenomenológica utiliza-se da descrição, mas não se reduz a ela. Segundo Bicudo (2000), o pesquisador trabalha com os dados fornecidos pela descrição mas, vai além, analisando-os e interpretando-os. A descrição não responde por sua veracidade, ou seja se o que se descreve é realmente o que se dá, no sentido positivista. Isso ocorre porque nessa aproximação ao conhecimento não há a preocupação com uma verdade absoluta mas com as diferentes percepções que se pode ter dos acontecimentos. Assim, “a descrição relata o percebido na percepção, no fundo onde ela se dá.” (BICUDO,2000). E, nesse sentido é que nos afastamos do subjetivismo e do relativismo que é tantas vezes objeto de crítica dos pesquisadores que não trabalham com a fenomenologia. A garantia de poder trabalhar com as descrições desse modo se enraíza na certeza que temos de que aquele que percebe está situado historicamente, e que retoma a tradição de resgatar o que percebe confrontando-o com aquilo que vive no presente. Tem, além disso, a possibilidade de explicitar, também, sua percepção por meio da linguagem que

é compartilhada por outros sujeitos que são também situados. Essa linguagem, por sua vez possui uma estrutura e se mantém na tradição (BICUDO,2000,p.77).

A descrição como trabalhada pelo fenomenólogo é um protocolo que se limita a descrever o visto, o sentido, a experiência como vivida pelo sujeito. Ela não admite julgamentos e avaliações. Apenas descreve. Para tanto, expõe-se por meio da linguagem. (BICUDO,2000,p.77)

Na proposta fenomenológica de interpretação dessas descrições não se procede como uma técnica de tradução de signos, ou de exegese (BICUDO, 2000, p.81), mas procuramos trabalhar com a totalidade das descrições, lendo-as e relendo-as, tantas vezes quanto necessário, para que, à luz da interrogação formulada ao iniciar a pesquisa, aquilo que foi descrito possa fazer sentido para o pesquisador.

O procedimento de ler essas descrições possibilita que se desvendem as **unidades de significado** que são as afirmações, ainda na linguagem do autor da descrição, que fazem sentido para o pesquisador a partir da questão que busca compreender. A interpretação dessas unidades permite que o pesquisador explicita as idéias que, presentes na descrição, expõem os invariantes de cada descrição. Para interpretá-las, o pesquisador lança mão de suas próprias percepções e compreensões iluminadas pelos estudos e leituras sobre o tema de pesquisa que desenvolve. Assim não se expõe uma base teórica ou uma fundamentação teórica.

O movimento da redução fenomenológica está instalado e ganha em articulação quando as unidades obtidas a partir de cada descrição são confrontadas e permitem explicitarem-se os invariantes que expõem, numa abstração maior, invariantes, cada vez, mais abrangentes. Continuando o procedimento de análise, apresentam-se as categorias que se manifestam ao agrupar as idéias explicitadas em linguagem do pesquisador. A convergência das idéias em categorias abertas permite expor os invariantes que indicam as características do fenômeno investigado.

Categorias abertas são constructos que apresentam grandes convergências de Unidades de Significado já analisadas e interpretadas. Indicam os aspectos estruturantes do fenômeno

investigado e abrem-se à metacompreensão considerando a
interrogação, o percebido, o analisado, o diálogo estabelecido na
intersubjetividade autor/sujeitos/autores/região de
inquérito.(BICUDO,2000,p82)

Em um trabalho que acabamos de orientar no Mestrado em Educação da Universidade Federal de Juiz de Fora, perguntávamos, minha orientanda e eu, sobre a percepção que professores de séries iniciais do ensino fundamental de uma determinada escola municipal de Juiz de Fora tinham sobre o trabalho que desenvolvem com a matemática na escola. A inquietação se manifestou com muita força diante da constatação de, apesar de tantas propostas que se inserem na contextualização, na etnomatemática, na modelagem, priorizando a compreensão dos alunos no trabalho com a matemática na escola, muitos professores ainda insistem em priorizar a mecanização, a memorização e a formalização precoce. Escolhemos, então, uma escola municipal da periferia de Juiz de Fora e pedimos aos professores que trabalham na 4ª série que falassem sobre o modo como sentiam seu próprio trabalho e, ao transcrever suas falas, que foram gravadas, passamos à identificação das unidades de significado, sua interpretação e, posteriormente, às grandes categorias percebidas por nós na região de inquérito na qual a questão se inseria e a partir das articulações teóricas que fomos desenvolvendo. Assim, chegamos às seguintes categorias: formação do professor, prática pedagógica, matemática escolar, procedimentos de cálculos, preconceito, fracasso justificado (BARROS, N.M.C., 2003). Nessa perspectiva, reconhecemos o movimento de teorização que dá ao trabalho as características de generalização que não se confundem com a universalidade tão apregoada nas pesquisas de inspiração positivista. Isso significa que, ao procurar compreender o que as professoras sentem sobre o trabalho que desenvolvem com a matemática na escola, nos deparamos com esses aspectos. O momento posterior a essa constatação se constituiu no expor, de modo articulado, através da linguagem, as reflexões que fomos fazendo, teorizando.

Nesse sentido, debruçamo-nos sobre os textos e publicações que nos ajudam a compreender essas categorias e fomos tecendo nossas considerações, procurando iluminar o modo como a matemática vem sendo trabalhada nessa escola municipal de Juiz de Fora, Minas Gerais. Não era nossa intenção descrever o trabalho com a matemática em todas as escolas, nem tínhamos a pretensão de afirmar que os problemas com os quais nos deparamos, ao mergulhar na realidade dessa particular escola, são gerais a todas as escolas

municipais da cidade. Entretanto experimentamos, ao terminar o trabalho, que compreendemos melhor quais as dificuldades que os professores vivenciam ao lidar com a matemática e, ao compreender essas dificuldades, compreendemos, também, melhor, quais os encaminhamentos que possibilitam uma mudança naqueles aspectos que nos parecem necessitá-lo.

Ao vivenciar todo esse processo, sabemos, ainda, que o visto e o percebido nessa investigação iluminam uma das perspectivas possíveis do fenômeno interrogado e, com certeza, outros trabalhos olhados sob ângulos diversos indicarão compreensões diferentes e mostrarão outros aspectos do fenômeno.

Quero encerrar essa participação convidando a todos, especialmente os que estão iniciando sua trajetória de pesquisador, a construir essa atitude de interrogar o mundo, a educação, a matemática, procurando colocar-se em atitude de abertura e entrega, livre de pressupostos e julgamentos. Certamente, desse modo, estarão participando na constituição da Educação Matemática como campo do conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANASTACIO, Maria Queiroga Amoroso. **Três ensaios numa articulação sobre a racionalidade, o corpo e a educação na Matemática**. 1999. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Unicamp, Campinas, 1999.

BARROS, Nélia Mara da Costa. **O que se mostra no trabalho desenvolvido por professores das séries iniciais do ensino fundamental**. 2003. 153f. Dissertação (Mestrado em Educação)- Faculdade de Educação, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2003.

BICUDO, M.A.V. Pesquisa em Educação Matemática. **Pro-posições**, Campinas, v.4, n.1[10], p18-23, março, 1993.

BICUDO, M.A.V. **Fenomenologia: confrontos e avanços**. São Paulo: Cortez, 2000.

BURTT, Edwin Arthur. **As bases metafísicas da ciência moderna**. Trad. José V. Filho e Orlando A. Henriques. Brasília: Editora UnB, 1991.

DESCARTES, René. **Discurso do método**. Trad. Elza Moreira Marcelina. Brasília: Editora UnB; São Paulo: Ática, 1989.

ERNEST, Paul (ed.). **Mathematics, Education and Philosophy: an international perspective**. New York: The Falmer Press, 1994.

MERLEAU-PONTY, Maurice. **Fenomenologia da percepção**. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

REY, Fernando Luis González. **Pesquisa qualitativa em Psicologia: caminhos e desafios**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

MR11 PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

PESQUISA E FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Maria do Carmo Vila – DEMAT/UFOP¹

A valorização da pesquisa do professor e a formação do professor pesquisador têm recebido atenção crescente nos últimos dez anos. Na origem dessa tendência, encontra-se a obra de Schön (1983) sobre o *reflective practitioner*, de onde derivou a expressão professor reflexivo, embora o autor não tivesse especificado o professor nesse seu trabalho. Desde então, a reflexão tem sido considerada como componente inerente ao desempenho do bom professor. Aliada a ela, as idéias sobre o potencial da pesquisa para ajudar os professores a desenvolverem disposição e capacidade para uma prática refletida ganham espaço nas discussões acadêmicas.

Em favor da pesquisa do professor ou do professor-pesquisador, distinguem-se as vozes de educadores internacionais como Stenhouse (1975), Zeichner (1993, 1997, 1998), Langemann e Shulman (1999). No Brasil, Lüdke (1993, 2000a, 2000b, 2001) tem difundido estudos realizados nessa área bem como suas próprias pesquisas realizadas junto a professores da escola básica. Tem-se apresentado como defensora ardorosa do caráter formador da atividade de pesquisa e, de um modo realista, analisado as vantagens e as dificuldades da formação do professor-pesquisador. Também tem refletido sobre o desenvolvimento de pesquisas nos vários níveis da escola básica, seu potencial e seus limites. Demo (1991, 1994, 1996) tem pregado a indissociabilidade entre ensino e pesquisa e defendido a pesquisa como importante componente do trabalho do professor. Por sua vez, André (1992, 1994, 1995, 1997, 1999, 2001) discute a inserção da pesquisa no âmbito do trabalho dos professores da escola básica e, em particular, a possibilidade de colaboração entre estes e professores universitários. Geraldi (1996, 1998) vem mostrando as possibilidades de desenvolvimento da pesquisa-ação por equipes de professores. Mais recentemente, Lisita, Rosa e Lipovetsky (2001) analisam as relações entre formação de professores e pesquisa e propõem que se formem professores que pesquisem e que

¹ E-mail: mcvila@nead.ufop.br

produzam conhecimento sobre seu próprio trabalho, enquanto Miranda (2001) discute a articulação entre ensino e pesquisa visando a formação de professores.

Embora haja a voz destoante de Freire (1996), para quem não se justifica falar em professor-pesquisador, uma vez que não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino, a concepção de professor-pesquisador vem sendo mais e mais veiculada, seja qual for sua área de atuação. Os autores concordam que, para tanto, é necessário que o professor seja iniciado na pesquisa a partir de sua formação inicial, ou seja, durante o curso de licenciatura. Essa tendência é respaldada pela legislação sobre formação de professores, aprovada no Conselho Nacional de Educação, em 2001: o Parecer CNE/CP 009/2001, que instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, curso de licenciatura, de graduação plena. Trata-se das diretrizes a serem aplicadas a todos os cursos de formação de professores em nível superior e, portanto, aos cursos de formação de professores de matemática.

O Parecer em questão estabelece princípios orientadores e diretrizes para uma reforma na formação de professores, bem como algumas orientações sobre as capacidades que eles devem adquirir ao longo do curso. Entre elas encontra-se a que destaca a pesquisa como elemento essencial na formação profissional do professor. O texto afirma que:

“Assim, para que a postura de investigação e a relação de autonomia se concretizem, o professor necessita conhecer e saber usar determinados procedimentos de pesquisa: levantamento de hipóteses, delimitação de problemas, registro de dados, sistematização de informações, análise e comparação de dados, verificação. Com esses instrumentos, poderá, também, ele próprio, produzir e socializar conhecimento pedagógico de modo sistemático.”(Parecer CNE/CP 009/2001: 28).

Com relação à formação de professores de matemática, o tema professor-pesquisador e, conseqüentemente, a pesquisa no trabalho do professor da escola básica, ainda não tem sido alvo de discussão de um número significativo de educadores matemáticos; pelo menos é o que demonstra a literatura da área. Assim sendo, julgamos pertinente iniciar, aqui, uma discussão sobre o assunto em torno de três perguntas: 1) A pesquisa é importante para a formação e o trabalho do educador matemático?, 2) É possível integrar a pesquisa no âmbito

do trabalho do educador matemático da escola básica?, 3) Como formar o educador matemático-pesquisador?

Existe uma concordância entre os educadores de que um professor não deve ser simplesmente um reprodutor de conhecimentos. Ele deve ser alguém que assuma, de forma competente e responsável, a sua tarefa de ensinar, de modo que a grande maioria de seus alunos desenvolva uma atividade intelectual significativa, apropriando-se de conhecimentos fundamentais para uma inserção comprometida e ativa na sociedade (Ludke, 2001). Essa não é, certamente, uma tarefa fácil! Para realizá-la, é imprescindível que o professor tenha adquirido, entre outras competências e capacidades, as de tomar decisões, de resolver problemas, de analisar a realidade, de refletir continuamente sobre a sua prática educativa, de construir conhecimentos. A formação do professor-pesquisador vem sendo apontada, justamente, como um dos meios de possibilitar a existência de práticas educativas fundamentadas e reflexivas e de professores produtores de conhecimento. Nesse sentido, Demo (1993) considera o ato de investigar como o diálogo crítico e criativo com a realidade, culminando na elaboração própria e na capacidade de intervenção. Isso faz com que o professor adquira independência intelectual, sendo capaz de analisar ações e julgar atos, normas e leis procedentes das diversas instâncias decisórias educacionais, além de desenvolver conhecimentos a respeito de seu trabalho, de seus problemas, de suas questões. Argumento semelhante é apresentado por Ludke (2001: 51), quando afirma que:

“O futuro professor que não tiver acesso à formação e à prática da pesquisa terá, a meu ver, menos recurso para questionar devidamente sua prática e todo o contexto no qual ela se insere, o que o levaria em direção a uma profissionalidade autônoma e responsável. Trata-se, pois, de um recurso de desenvolvimento profissional, na acepção mais ampla que esse termo possa ter.”

Na opinião de Silva (2003), a formação do professor-pesquisador possibilita romper com a fragmentação profissional que tem colocado, de um lado, o professor na condição de operacionalizador e reprodutor do conhecimento e, de outro, o pesquisador como produtor de conhecimento que exercita o questionamento reconstrutivo. Se o exercício da função de professor exige a opção por uma tendência epistemológica (ainda que sem a plena tomada de consciência), a função de pesquisador possibilita o questionamento dessa opção (seus limites, suas possibilidades) para explicar as experiências educacionais vivenciadas. E uma

opção epistemológica sem questionamento pode levar ao dogmatismo. A atividade de pesquisa ajuda a perceber que não há verdades absolutas, principalmente no momento em que é divulgada e submetida a críticas.

Portanto, com relação à primeira questão, os argumentos conduzem a uma resposta afirmativa. A pesquisa é importante para a formação e o trabalho do professor de qualquer área de conhecimento e, em particular, da área de educação matemática.

A segunda pergunta: “É possível integrar a pesquisa no âmbito do trabalho do educador matemático da escola básica?” não é muito fácil de ser respondida. A realidade das escolas e as condições de trabalho dos professores são, hoje, fatores limitantes na condução de pesquisas na escola básica. Olhando somente por este prisma, a resposta seria negativa. De fato, na maioria das escolas, não há nem mesmo sala de professores. Estes não têm espaço para se encontrarem, trocarem idéias, e muito menos para planejarem atividades de ensino ou de pesquisa. Outro problema é o tempo. Em virtude dos baixos salários, os professores chegam a trabalhar mais de 40 horas semanais; muitas vezes, em mais de uma escola e em diferentes turnos escolares. Ora, para refletir é preciso tempo; assim, o cotidiano do professor passa a ser a antítese da reflexão.

A dificuldade de acesso a encontros científicos, livros e revistas emerge, também, como um grande empecilho ao desenvolvimento de pesquisas na escola básica. Inegavelmente, estes são os meios ainda mais próximos para a divulgação de pesquisas em andamento. Sem eles, o professor terá dificuldades de comparar suas indagações com as de seus pares, verificar se respostas já foram encontradas, discutir e analisar suas concepções epistemológicas. Ora, o professor não recebe o suficiente para comprar livros ou assinar revistas e as bibliotecas públicas não estão equipadas para atender o professor-pesquisador. Restam as bibliotecas universitárias, que poderiam servir de fonte de consulta para o professor. Mas elas não estão disponíveis a não ser para consultas in loco; os empréstimos são feitos somente aos estudantes nelas matriculados.

Os problemas levantados seriam suficientes para negar a possibilidade de inserir a pesquisa no trabalho do professor. Entretanto, é preciso considerar que as situações não são imutáveis; que uma certa dose de otimismo e ações transformadoras podem levar a mudanças no quadro atual das escolas e da política educacional. Teria sido utopia pensar,

como está acontecendo agora, que os professores das séries iniciais do ensino Fundamental e da Educação Infantil seriam, um dia, contemplados com políticas visando sua formação em nível superior? Portanto, é preciso acreditar e, mais do isso, lutar para que melhores condições de profissionalização se apresentem aos professores da escola básica.

Políticas públicas poderiam ser implementadas de modo a valorizar a profissão, dando tempo ao professor para pesquisar, o que implicaria na redefinição de suas funções. Neste caso, as escolas deveriam estabelecer suas políticas para a pesquisa, como já o fazem as universidades, há muitos anos.

Uma outra possibilidade, já mencionada ligeiramente, seria a cooperação entre professores universitários e professores da escola básica. Os primeiros aportariam sua experiência em pesquisa, disponibilidade de tempo e condições de realizar a pesquisa, enquanto os da escola básica trariam suas indagações, seus problemas, suas hipóteses. A escola básica apresenta um arsenal de problemas, problemas específicos e diferentes daqueles que se apresentam na universidade. Assim, a pesquisa em colaboração poderia dar respostas a problemas reais da escola básica, o que certamente muito contribuiria para melhor educar nossas crianças e nossos jovens.

Com relação à terceira questão proposta inicialmente, pode-se adiantar que a formação do professor-pesquisador, e em particular do professor de matemática-pesquisador, ou então do educador matemático pesquisador, ainda constitui um desafio para os estudiosos do tema e para os professores formadores.

Numa pesquisa realizada por Ludke (2001) junto a professores e alunos de cursos de licenciatura e de magistério procurou-se saber como estes viam o conjunto de saberes profissionais que o diplomado por aquelas instituições formadoras deveriam levar consigo para iniciar sua carreira docente. Constatou-se que nenhuma menção foi feita com relação à importância do exercício da pesquisa e, portanto, da preparação para ele. Ou seja, diferentemente do que a literatura vem afirmando, principalmente a partir dos anos 90, tanto professores formadores como futuros professores parecem não considerar a atividade de pesquisa como recurso importante para a profissão. Portanto, um primeiro problema que se

apresenta na formação para a pesquisa é conscientizar tanto professores como estudantes sobre a necessidade de formação do professor-pesquisador.

Supondo que os formadores se tornem conscientes dessa obrigação, uma importante questão se impõe: “Como realizar a formação para a pesquisa?”. A resposta é bem mais complexa do que se possa, em princípio, imaginar. Na tentativa de refletir sobre ela, vamos limitar nossas considerações à formação inicial do educador matemático.

Em primeiro lugar, cumpre indagar sobre que tipo de pesquisa seria desenvolvido por este futuro profissional da escola básica. Apesar das discussões acirradas sobre o assunto, tenderíamos a opinar que a pesquisa necessária para o professor da escola básica seria aquela que responde aos seus problemas de cada dia. Portanto, estamos falando de pesquisa que possibilite ao professor refletir sobre sua prática pedagógica, tendo em vista sua opção epistemológica, encontrando respostas que lhe permitirão melhorar sua atuação profissional e, conseqüentemente, melhor contribuir para o desenvolvimento de seus alunos. Esta posição também é encontrada nas diretrizes curriculares nacionais para a formação de professores onde se lê: “*o foco principal do ensino de pesquisa nos cursos de formação docente é o próprio processo de ensino e de aprendizagem dos conteúdos escolares na educação básica.*” (CNE/CP 009/2001: 27).

Uma tal opção leva a considerar que o professor de matemática da escola básica desenvolverá pesquisa na área da educação matemática, e que o formador deverá, ele próprio, ter formação nessa área de conhecimento.

Ora, atualmente, reconhece-se que a Educação Matemática, embora tenha originado da Matemática, apresenta orientações metodológicas diferentes desta. Segundo Kilpatrick (1966), a pesquisa em Matemática envolve abstrações e generalizações que podem ser tratadas por meio de dedução. Já os pesquisadores em Educação Matemática não provam teoremas; eles desenvolvem trabalhos em um complexo campo interdisciplinar a partir de várias disciplinas concorrentes: Matemática, Psicologia, Filosofia da Educação e a Sociologia da Educação.

Tais considerações merecem cuidadosa atenção. Constata-se facilmente que, nos departamentos onde estão alojados os cursos de licenciatura de matemática, a maioria dos

professores é da área de matemática pura ou aplicada. Muitos deles optaram pelo bacharelado em Matemática, não tendo cursado nenhuma disciplina pedagógica que lhes permitissem iniciação na área da docência. Logo, como exigir desse profissional que participe da formação do educador matemático-pesquisador? Por outro lado, o pequeno número de formadores na área de educação matemática não é suficiente para orientar os licenciandos na condução de pesquisas. Portanto temos, aqui, um problema sério a ser resolvido.

Alguns poderiam argumentar que o problema não é assim tão sério e que a iniciação dos estudantes à pesquisa poderia ser feita através da oferta de disciplinas de pesquisa educacional, ou de metodologia científica. Um outro argumento, porém, se impõe: só se aprende a fazer algo, fazendo; do mesmo modo, só se aprende a fazer pesquisa, pesquisando. Logo, a cadeira de metodologia da pesquisa não é o bastante para formar o educador matemático-pesquisador. É importante realmente introduzir o futuro professor na prática da pesquisa. Alguns autores, como Ludke (1993), sugerem que o professor que atua em curso de licenciatura engaje seus estudantes em investigações que estejam realizando. Assim, estará proporcionando o envolvimento destes com o fazer investigatório e desenvolvendo neles o gosto pela pesquisa. É o que vem acontecendo com o programa de iniciação científica do CNPq, que concede bolsas para estudantes universitários engajados em projetos de pesquisa conduzidos por seus professores.

Portanto, é preciso reconhecer que ainda resta muito a fazer nos cursos de formação de professores de matemática a fim de encontrar meios eficazes de prepará-los para se tornarem professores-pesquisadores em seu espaço de trabalho.

Referências Bibliográficas

ANDRÉ, Marli E. D. A. Pesquisa, formação e prática docente. In: ANDRÉ, M. (Org.). *O papel da pesquisa na formação e na prática dos professores*. Campinas: Papirus, 2001, p. 55-69.

ANDRÉ, Marli E. D. A.. (Org.) *Pedagogia das diferenças em sala de aula*. Campinas: Papirus, 1999.

(Org.) Avanços no conhecimento etnográfico na escola. In: FAZENDA, I. *A pesquisa em educação e as transformações do conhecimento*. Campinas: Papirus, 1997.

ANDRÉ, Marli E. D. A. *Etnografia na prática escolar*. Campinas: Papirus, 1995.

O papel da pesquisa na articulação entre saber e prática docente. In: CLAVES, S. M. E TIBALLI, E. F. (Org.). *Anais do VII Endipe*, vol. II, Goiânia, 1994.

Um projeto coletivo de investigação da prática pedagógica de professores da Escola Normal. In FAZENDA, I. (Org.). *Novos enfoques da pesquisa educacional*. São Paulo: Cortez, 1992.

DEMO, Pedro. *Educar pela pesquisa*. São Paulo: Autores Associados, 1996.

Pesquisa e construção do conhecimento. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1994.

Pesquisa – Princípio científico e educativo. São Paulo: Cortez, 1991.

DIRETRIZES curriculares nacionais para a formação de professores da educação básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. Parecer CNE/CP/009/2001.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GERALDI, C. M. G.; DARIO, F.; PEREIRA, E. M. A. (Orgs.) *Cartografias do trabalho docente*. Campinas: Mercado das Letras, 1998.

GERALDI, C. M. G.; VARANI, A.; DICKEL, A. & SOUZA, E. S. Registrando a história vamos delineando (e complexificando) os significados que perpassam a constituição do professor pesquisador. Trabalho apresentado no VIII Endipe, Florianópolis, maio 1996.

KILPATRICK, J. Beyond Face Value: Assessing Research in Mathematics Education. In NISSEN, G. & BLOMHOJ M. (Eds), *Criteria for Scientific Quality and Relevance in the Didactics of Mathematics*. Denmark, Roskilde University; IMFUFA, 1993, p. 15-34.

LAGEMANN, Ellen Condiff e SHULMAN, Lee S. *Issues in education research: Problems and possibilities*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1999.

LISITA, Verbena; ROSA, Dalva e LIPOVETSKY, Noêmia. Formação de professores e pesquisa: uma relação possível? In: ANDRÉ, M. (Org.). *O papel da pesquisa na formação e na prática dos professores*. Campinas: Papirus, 2001, p. 107-127.

LUDKE, Menga. A complexa relação entre o professor e a pesquisa. In: ANDRÉ, M. (Org.). *O papel da pesquisa na formação e na prática dos professores*. Campinas: Papirus, 2001, p. 27-54.

LUDKE, Menga. O professor da escola básica e a pesquisa. In: CANDAU, V. (Org.). *Reinventar a escola*. Petrópolis: Vozes, 2000a, p. 116-136.

LUDKE, Menga. A pesquisa e o professor da escola básica: Que pesquisa, que professor?. In: CANDAU, V. (Org.). *Ensinar e aprender: Sujeitos, saberes e pesquisa*. Rio de Janeiro: DP&A, 2000b, p. 101-114.

LUDKE, Menga. Conciliando pesquisa e prática no trabalho e na formação de professores. *Revista ANDE*. São Paulo, Ano 12, no 19, p.31-37, 1993.

MIRANDA, Marília Gouvêa de. O professor pesquisador e sua pretensão de resolver a relação entre a teoria e a prática na formação de professores. In: ANDRÉ, M. (Org.). *O papel da pesquisa na formação e na prática dos professores*. Campinas: Papirus, 2001, p. 129-143.

SCHÖN, D. *The reflective practitioner*. Londres: Temple Smith, 1983.

SILVA, Maria Regina Gomes. *Concepções didático-pedagógicas do professor-pesquisador em Matemática e seu funcionamento na sala de aula de matemática*. Dissertação de Mestrado em Educação Matemática. UNESP, Rio Claro. 1993.

STENHOUSE, L. *An introduction to curriculum research and development*. Londres: Heinemann, 1975.

ZEICHNER, K. Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico. In: GERALDI, FIORENTINI & PEREIRA. *Cartografias do trabalho docente*. Campinas: Mercado das Letras/ALB, 1998, p. 207-236.

Action research as a professional development in one urban school district. Annual Meeting of the American Educational Research Association. Chicago, IL, março, 1997.

A formação reflexiva de professores: Idéias e práticas. Lisboa: Educa, 1993.

MR12 INTERDISCIPLINARIDADE

A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO UMA POSSIBILIDADE PARA A INTERDISCIPLINARIDADE

Jussara de Loiola Araújo¹

O objetivo principal deste artigo é propor a Modelagem Matemática como uma forma de efetivar a Interdisciplinaridade em um contexto escolar. Paratanto, iniciarei com uma discussão sobre como compreendo Interdisciplinaridade, sugerindo a Modelagem Matemática como um caminho possível. A seguir, apresentarei diferentes perspectivas de Modelagem Matemática, culminando com a perspectiva que adoto. Por fim, relatarei como tenho colocado em prática essa perspectiva, destacando seu caráter interdisciplinar, mas alertando sobre a importância de se refletir sobre a concepção de conhecimento matemático que está por trás da perspectiva de Modelagem adotada.

Introdução

Interdisciplinaridade é um desses “conceitos” que, de repente, nos damos conta que é moda na escola. De um dia para o outro, professores, alunos, direção, enfim, escola, voltam-se para o planejamento e execução de trabalhos interdisciplinares, pois julgam tratar-se de algo inovador, que pode promover uma educação mais significativa para os alunos, e a escola não quer “perder o bonde” da modernidade educacional.

Entretanto, é importante que esses profissionais da educação façam para si algumas perguntas. Dentre elas, destaco as seguintes. O que é Interdisciplinaridade? Como colocá-la em prática em uma escola completamente organizada em disciplinas? Será que a Interdisciplinaridade é mesmo algo muito bom para a escola?

Neste artigo, pretendo dar um encaminhamento a essas perguntas. Certamente, não as esgotarei aqui, pois elas são complexas e exigem um trabalho muito mais elaborado. Na verdade, apresentarei um enfoque didático-pedagógico – a Modelagem Matemática – como uma possível maneira de efetivar a Interdisciplinaridade em contextos escolares.

¹ Professora do Departamento de Matemática da UFMG. E-mail: jussara@mat.ufmg.br.

Começarei apresentando como compreendo Interdisciplinaridade. Daí, apontarei a Modelagem Matemática como algo que compartilha características com a Interdisciplinaridade e apresentarei algumas perspectivas deste enfoque didático-pedagógico na Educação Matemática, culminando com a perspectiva que eu adoto. Por fim, relatarei como tenho colocado em prática essa perspectiva, destacando seu caráter interdisciplinar, mas alertando sobre a importância de se refletir sobre a concepção de conhecimento matemático que está por trás da perspectiva de Modelagem adotada.

Interdisciplinaridade

Quando pensamos em escola, fatalmente fazemos referência às disciplinas (Matemática, Língua Portuguesa, Geografia, Ciências, História etc.). Afinal de contas, nossa experiência escolar dá-se, principalmente, por meio delas. Normalmente, as disciplinas não mantêm relações entre si, e sua atuação na escola acontece de forma independente e sem muitas interações.

Em um âmbito mais geral, as disciplinas constituem uma forma de organização do conhecimento científico, delimitando as diversas áreas que as ciências abrangem e determinando um modo próprio de trabalho. Como ocorre nas escolas, também no mundo científico as disciplinas acabam sendo corpos de conhecimentos autônomos, com linguagens próprias e técnicas específicas para dar conta das teorias que lhe são pertinentes. Assim, o estilo de relações entre as disciplinas no campo científico transfere-se para a escola.

Segundo Morin (2003), as disciplinas surgiram no final do século XIX, juntamente com a criação das universidades modernas, e seu sucesso deveu-se, principalmente, ao grande desenvolvimento das pesquisas científicas no século XX. Isto mostra que as disciplinas têm uma história, inserida na história da universidade que, por sua vez, faz parte da história da sociedade. Portanto, continua o autor, a disciplina não nasce apenas de um conhecimento e de uma reflexão interna sobre si mesma, mas também de um conhecimento externo. Não basta, pois, estar por dentro de uma disciplina para conhecer todos os problemas referentes a ela. (p. 105).

O autor reconhece o importante papel das disciplinas no desenvolvimento científico, mas questiona a excessiva especialização do pesquisador, que passa a enxergar seu campo de trabalho como um objeto auto-suficiente e esquece-se de suas ligações com outros objetos de outras disciplinas e com o universo do qual ela faz parte.

Por esse caminho de questionamento do isolamento das disciplinas, Morin (2003) reivindica a *ruptura entre as fronteiras disciplinares* (p. 107), da qual a Interdisciplinaridade é um primeiro passo. Para ele, o termo Interdisciplinaridade é impreciso e polissêmico, podendo significar desde a colocação de diferentes disciplinas lado a lado, cada uma defendendo seus interesses, até um fenômeno mais orgânico de trabalho cooperativo entre si.

Essa necessidade de abertura das fronteiras disciplinares também vem sendo sentida, segundo Machado (1999), na própria escola. E é curioso que os dois fatos destacados pelo autor como ligados a essa emergência sejam os mesmos apontados por Morin (2003) na sua crítica à disciplinaridade do mundo científico. São eles, o fechamento nas especializações, que constitui um obstáculo à comunicação e à ação, e a impossibilidade, cada vez maior, de enquadrar os fenômenos extra-escolares em uma única disciplina. Como consequência, afirma Machado (1999),

a idéia de Interdisciplinaridade tende a transformar-se em bandeira aglutinadora na busca de uma visão sintética, de uma reconstrução da unidade perdida, da interação e da complementaridade nas ações envolvendo diferentes disciplinas. (p. 180).

Entretanto, continua o autor, a forma como a Interdisciplinaridade vem se configurando na escola não é suficiente para dar conta dessa ruptura das fronteiras disciplinares. Normalmente, escolhe-se um tema gerador e as disciplinas ficam *borboleteando* ao seu redor, sem abrir mão de seus objetos e pontos de vista. Assim, mesmo partindo de um tema que não pertence necessariamente a nenhuma disciplina, estas continuam assépticas umas às outras e a abordagem do tema escolhido acaba sendo esfacelada segundo as abordagens das diferentes disciplinas.

Machado (1999) busca uma justificativa para tal fenômeno na concepção de conhecimento que está por trás das disciplinas. Segundo ele, o significado curricular de cada disciplina não pode resultar de uma apreciação isolada de seu conteúdo mas sim do modo como se articulam as disciplinas em seu conjunto; tal articulação é sempre tributária de uma sistematização filosófica mais abrangente, cujos princípios norteadores é necessário reconhecer. (p. 186).

Ao tratar especificamente da disciplina Matemática, Machado (1999) fala da necessidade de uma reflexão mais crítica sobre seu papel na estrutura curricular, visto que ela e a Língua Materna são *dois sistemas básicos de representação da realidade*. (p. 195). Para ele, essas duas disciplinas constituem uma língua comum, necessária para o trabalho interdisciplinar.

“Representar a realidade” é um dos propósitos do que é conhecido por Modelagem Matemática. Esse enfoque didático-pedagógico tem sido proposto na Educação Matemática como uma resposta à reivindicação de mais aplicações da Matemática em seu ensino. Parece, portanto, que ela pode ser considerada como uma atividade interdisciplinar, visto que a Matemática poderia ser aplicada em outras áreas do conhecimento. Faz-se necessária, então, uma discussão mais detalhada sobre ela.

Modelagem Matemática na Educação Matemática

De maneira geral, a Modelagem Matemática pode ser entendida como uma abordagem, por meio da Matemática, de uma situação não-matemática da realidade. Essa perspectiva geral, entretanto, é incapaz de revelar a multiplicidade de perspectivas de Modelagem Matemática que se concretizam em ambientes de ensino e aprendizagem de Matemática, como já apontei em Araújo (2002). Essa visão geral, vinda da Matemática Aplicada, foi a inspiração para a Modelagem Matemática na Educação Matemática mas, nesta última, ela toma rumos diferentes. O fato de se localizarem em contextos diferentes

traz mudanças significativas, tanto na própria perspectiva quanto nos objetivos da Modelagem Matemática, como exemplifico a seguir.

Ao apresentar sua experiência utilizando a Modelagem Matemática como uma estratégia de ensino e aprendizagem, Bassanezi (1994) começa expondo sua perspectiva (na Matemática Aplicada): o estudo de problemas e situações reais com o uso da matemática como linguagem para sua compreensão, simplificação e resolução, objetivando uma possível revisão ou modificação do objeto em estudo, é parte de um processo que tem sido denominado 'Modelagem Matemática' (p. 31).

E confirmando o que afirmei acima, acerca da ampliação dos limites da Modelagem Matemática em um contexto de ensino e aprendizagem, o mesmo autor acrescenta:

Nosso trabalho tem sido tentar conectar a experiência de ensino com a perspectiva de modelagem baseados em preocupações teóricas, filosóficas e metodológicas específicas. Nós levamos em conta os recursos humanos, o interesse compartilhado pelo professor, aluno e comunidade; contextos social, político e econômico etc. Procuramos, também, resgatar a Etnomatemática, sua interpretação e contribuição no nível da sistematização matemática. (p. 31).

A passagem acima mostra, claramente, como o autor transforma sua perspectiva de Modelagem Matemática, partindo de uma visão semelhante à da Matemática Aplicada, mas acrescida de questões e objetivos de cunho educacional ao ser levada para um contexto de ensino e aprendizagem.

Podemos perceber essa transformação também em outros autores. Em uma experiência que incorpora Modelagem Matemática em um curso pré-universitário descrito em Galbraith e Clatworthy (1990), os autores acrescentam, dentre os objetivos do programa de Modelagem, *o desenvolvimento de habilidades de participação individual e em equipe na solução de problemas e a comunicação e avaliação dos resultados de um projeto*. (p. 138). Esse trabalho mostra também o surgimento de aspectos educacionais em um processo de Modelagem, quando considerado em um ambiente de ensino e aprendizagem. Discussões

em grupo, apresentação escrita de um trabalho, exposição de resultados, discussões com o professor e com colegas, são aspectos educacionais que surgem a partir do objetivo de se construir um modelo matemático e que, além disso, são importantes para o enriquecimento do modelo construído.

A perspectiva de Modelagem Matemática de Borba, Meneghetti e Hermini (1997), por sua vez, dá diretamente ao aluno um papel de destaque no processo de Modelagem. Segundo esses autores, *a Modelagem pode ser vista como o esforço de descrever matematicamente um fenômeno que é escolhido pelos alunos com o auxílio do professor.* (p. 63). Podemos perceber aqui a idéia que perpassa todas as perspectivas – descrever um fenômeno matematicamente – mas a participação do aluno na escolha desse fenômeno é tida como primordial. Essa característica dá outros contornos à perspectiva de Modelagem Matemática desses autores.

A pesquisa descrita por Borba, Meneghetti e Hermini (1997) teve por contexto uma disciplina denominada Matemática Aplicada, ofertada anualmente para o curso de Biologia da Universidade Estadual Paulista, UNESP, de Rio Claro, SP. O professor da disciplina propõe aos alunos que escolham um tema a ser estudado, normalmente um tema da Biologia, e pede-lhes que investiguem a possibilidade de envolver a Matemática no desenvolvimento do trabalho.

Uma das perguntas diretrizes da pesquisa era a seguinte: *Que matemática os alunos aprendem quando fazem modelagem?* (p. 64). Em suas considerações finais, ao tratarem especificamente dessa questão, os autores destacam o caráter interdisciplinar ou transdisciplinar da matemática aprendida pelos alunos-sujeitos da pesquisa, visto que as ferramentas matemáticas ajudavam a dar significado aos dados biológicos construídos por elas, ao mesmo tempo que a Biologia era utilizada como suporte para explicar fatos matemáticos ou discrepância entre os resultados teóricos e experimentais da própria Biologia. (p. 69).

Assim, nesse caso específico, a Modelagem Matemática tem características comuns com a Interdisciplinaridade, visto que os alunos utilizaram as disciplinas Matemática e

Biologia para compreenderem um tema escolhido por eles e que uma disciplina ajudou na compreensão de fenômenos apontados pela outra.

Em uma experiência semelhante a essa, tenho proposto a Modelagem Matemática para a disciplina Matemática I da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, ofertada para o curso de Geografia dessa universidade. Relatarei, na próxima seção, uma experiência com as duas turmas dessa disciplina, uma do turno diurno e outra do noturno, no primeiro semestre de 2002. Antes disso, entretanto, apresentarei a perspectiva de Modelagem Matemática que adoto.

Modelagem Matemática em Turmas de Geografia

Após os estudos teóricos e reflexões pertinentes à pesquisa que desenvolvi ao longo do Doutorado em Educação Matemática, construí a seguinte perspectiva de Modelagem Matemática na Educação Matemática: uma abordagem, por meio da matemática, de um problema não-matemático da realidade, ou de uma situação não-matemática da realidade, escolhida pelos alunos reunidos em grupos, de tal forma que as questões da Educação Matemática Crítica embasem o desenvolvimento do trabalho. (Araújo, 2002, p. 39).

Certamente, se eu apresentasse apenas o texto acima para os alunos de Matemática I, várias questões poderiam ser levantadas. Eles poderiam ficar em dúvida, por exemplo, sobre o que vem a ser um problema não-matemático da realidade. Essa questão é bem próxima das questões filosóficas: o que é a “Matemática”?; Qual é a relação entre “a Matemática e a realidade”? Eu apresento uma abordagem a essas questões em Araújo (2002), mas por não ser o objetivo deste artigo, não vou tratá-las aqui. Devo ressaltar, entretanto, que elas vão ao encontro da reivindicação feita por Machado (1999), sobre a importância de se discutir a natureza do conhecimento que está por trás das disciplinas.

Ainda com relação à perspectiva de Modelagem Matemática que adoto, acredito que os alunos não sabiam o que vinha a ser Educação Matemática Crítica e, portanto, não poderiam ter questões propostas e discutidas por ela sendo consideradas em seus projetos. Segundo Skovsmose (2000b), a Educação Matemática Crítica se preocupa com o

desenvolvimento da *materacia*, que é uma extensão do conceito de *literacia* proposto por Paulo Freire, ou seja, o objetivo não é simplesmente desenvolver habilidades de cálculos matemáticos, mas também de promover a participação crítica dos alunos/cidadãos na sociedade, discutindo questões políticas, econômicas, ambientais etc. nas quais a Matemática é utilizada como suporte tecnológico. Nesse caso, dirige-se uma crítica à própria Matemática assim como a seu uso na sociedade, e não apenas se preocupa com seu ensino e aprendizagem. Skovsmose (2000a) enumera algumas preocupações da Educação Matemática Crítica:

- (1) A educação não pode ser discutida apenas em termos de preparação para a educação futura ou para o mercado de trabalho. Escolarização também significa preparação para cidadania e participação na vida social e política. O que isto significa para a educação matemática?
- (2) A matemática poderia servir como uma ferramenta para identificar e analisar aspectos críticos da vida social?
- (3) Como a educação matemática poderia considerar os interesses e competências dos alunos para o desenvolvimento do conhecimento e aprendizagem?
- (4) A educação matemática poderia fornecer 'filtros culturais' sendo, por exemplo, guardião do portão para a sociedade tecnológica. Como questões sobre igualdade, equidade e justiça poderiam estar refletidas na sala de aula de matemática?
- (5) A matemática poderia se tornar uma ferramenta problemática para resolver uma larga gama de problemas, já que a própria matemática é parte da sociedade tecnológica. A matemática não pode ser apenas uma ferramenta para crítica; deve-se também dirigir uma crítica à própria matemática e nesse sentido ela se torna um 'objeto de crítica'. O que isso significa para a educação matemática?

(6) Toda sala de aula se torna uma micro-sociedade e pode representar a democracia em espécie (ou de outra forma). O que isto significa para as interações entre alunos e professor na sala de aula de matemática? (p. 2).

Assim, optei por apresentar uma orientação mais ampla para os alunos que, entretanto, não citava a terminologia Educação Matemática Crítica, mas eu tinha a intenção de orientar o desenvolvimento dos projetos inspirada por essa teoria.

Os projetos deveriam, então, ser desenvolvidos por grupos de 4 ou 5 alunos, seguindo a orientação proposta. Ele seria desenvolvido ao longo de todo o semestre, em momentos que aconteceriam na sala de aula de Matemática I e fora dela. Negociamos e estipulamos um calendário a ser seguido, com a intenção de evitar que tudo fosse realizado apenas no final do semestre. Destacamos, então, quatro etapas:

- 1) *Escolha do tema:* no terceiro dia de aula, levantamos alguns temas de interesse. Cada pessoa poderia propor quantos temas quisesse e eles foram listados no quadro negro. Essa escolha poderia ser feita, também, por algum grupo já constituído. Após o levantamento, cada aluno (ou grupo) escolhia um tema entre os listados de tal forma que ninguém ficasse sem grupo.
- 2) *Apresentação do projeto de pesquisa:* duas semanas após a divisão dos grupos e escolha dos temas, os grupos deveriam apresentar o “projeto de pesquisa”, segundo as orientações dadas previamente.
- 3) *Desenvolvimento do projeto:* como a apresentação final dos projetos aconteceria apenas no fim do semestre, essa foi a etapa mais longa. Entretanto, os grupos deveriam relatar para mim, uma vez por mês, a situação parcial de seus projetos.
- 4) *Apresentação final:* cada grupo apresentou uma versão final escrita do trabalho desenvolvido. Eles tiveram, também, que sumarizar as principais idéias de seu trabalho para uma apresentação oral de 20 minutos para toda a turma, à qual se seguiu um pequeno debate. As apresentações orais aconteceram em um auditório do Instituto de Ciências Exatas – ICEx – e foram gravadas em vídeo. Os grupos tinham, à sua disposição para apresentação, um computador com Power Point, um retro-projetor, um vídeo cassete e um projetor de vídeo.

Os temas escolhidos pelos grupos, em cada uma das duas turmas, foram os seguintes:

Turma do diurno:

- 1) Aquíferos: sua Importância e Poluição.
- 2) Quantificação dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Complexo Cauê – Itabira, Minas Gerais.
- 3) Cálculo de Vazão de Rios.
- 4) Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) – um estudo crítico e comparativo do IDH e outros índices.
- 5) Criminalidade.
- 6) Geoprocessamento.
- 7) Energia Nuclear.
- 8) Lixo com ênfase em aterros sanitários.
- 9) Mapeamento Espeleológico.

Turma do noturno:

- 1) Índice de Desenvolvimento Humano: A Matemática da qualidade de vida.
- 2) Projeto de Modelagem Matemática sobre a obra “O Capital”.
- 3) O Sistema de Alerta da Bacia do Rio Doce e a Matemática.
- 4) O Sistema de Abastecimento Público de Água Potável para a Região Metropolitana de Belo Horizonte: modelos matemáticos e medidas de controle de perdas e do desperdício desse recurso hídrico.
- 5) Vigilância Ambiental em Saúde: água para consumo humano.
- 6) Movimentos Migratórios dentro da Região Metropolitana de Belo Horizonte.
- 7) A Matemática no Trânsito da Avenida Antônio Carlos.
- 8) Criminalidade.
- 9) A Problemática do Lixo Urbano em Belo Horizonte.

Por não ser possível relatar e discutir todos esses projetos aqui, limitarei-me, a título de ilustração, a apresentar algumas partes de um deles: “Índice de Desenvolvimento

Humano (IDH) – um estudo crítico e comparativo do IDH e outros índices”, desenvolvido por um grupo de cinco alunos da turma do diurno².

O grupo iniciou seu trabalho apresentando o IDH como um índice criado pela Organização das Nações Unidas (ONU) para medir o desenvolvimento humano de uma dada população. É afirmado que, para calcular o IDH de uma população, são consideradas três dimensões do desenvolvimento humano: a longevidade da população, seu nível educacional e sua renda.

O objetivo principal do grupo era compreender o IDH para analisar o cálculo que é feito para diferentes regiões do município de Belo Horizonte.

Na metodologia de cálculo do IDH, várias fórmulas matemáticas foram apresentadas e o grupo deu uma sucinta explicação sobre o que representava cada variável nelas. Entretanto, não foi feita uma análise mais profunda, por exemplo, sobre o porquê de as fórmulas terem sido criadas como o foram. Após as fórmulas, foram apresentados os dados referentes a várias regiões de Belo Horizonte.

Por fim, o grupo reconheceu que o IDH representa um avanço com relação ao Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*, que antes era usado para avaliar as condições de uma população, mas criticou sua adequação para medir o desenvolvimento humano. Segundo as palavras do grupo, *o IDH realmente superou o PIB per capita, entretanto possui um grau de eficiência muito baixo para medir (algo que talvez nem possa ser medido) o desenvolvimento humano.* (trabalho escrito, p. 11). Assim, o grupo chega mesmo a questionar se tal desenvolvimento poderia ser medido por algum índice.

Apesar de sucinto, este relato do trabalho desenvolvido pelo grupo nos mostra a postura crítica dos alunos ao estudarem o IDH: eles não encararam as fórmulas de seu cálculo como algo inquestionável. Entretanto, eles não chegaram a compreender e criticar a maneira como essas fórmulas foram construídas, o que ainda manteve a Matemática dentro de uma “caixa preta” que não pôde ser desvendada por completo. Talvez, isso revele um

² As informações apresentadas aqui foram retiradas da versão escrita do projeto desenvolvido pelo grupo composto pelos alunos Acauã, Carlos, Fabiana, Fabrícia e Raquel.

pouco sobre a relação desses alunos com a Matemática: algo misterioso que eles não conseguem atingir. Daí, teria sido importante uma orientação mais próxima, de minha parte, para buscar enfrentar essa “caixa-preta” de modo a compreender, e conseqüentemente criticar, a forma como a Matemática é usada na criação de índices que pretendem medir o desenvolvimento humano.

Considerações Finais

Apresentei aqui a Modelagem Matemática como uma forma de efetivar a Interdisciplinaridade em contextos escolares. Para exemplificar, relatei a experiência que venho desenvolvendo com turmas da disciplina Matemática I para alunos de Geografia.

Essa experiência tem sido acompanhada, esporadicamente, por alunos de Licenciatura em Matemática, seja para auxiliar-me na orientação dos projetos, seja por mera curiosidade. E é interessante observar as reações desses alunos de Matemática ao assistirem as apresentações dos alunos de Geografia. Muitos deles ficam estarecidos ao afirmarem que “não tem Matemática de verdade nos projetos”. Como podemos compreender essas reações?

Um dos motivos pode ser a dificuldade de orientação, de minha parte, de um grande número de projetos sendo desenvolvidos, como eu mesma já me auto-critiquei ao final da seção anterior, causando um não aprofundamento da Matemática pertinente aos projetos. Por outro lado, a reação de espanto dos alunos de Matemática remetem-me à crítica que Machado (1999) faz à forma como a Interdisciplinaridade tem se configurado nas escolas, com as disciplinas *borboleteando* ao redor de um tema sem, entretanto, abrirem mão de seus pontos de vista e objetos. Talvez, os alunos de Matemática estivessem esperando que a Modelagem Matemática fosse uma motivação para a Matemática, isto é, que a Modelagem fosse usada, apenas, para mostrar aplicações da Matemática em outras áreas de conhecimento sem, entretanto, corromper o objetivo maior de ensinar Matemática.

Na verdade, dentre as múltiplas perspectivas de Modelagem Matemática na Educação Matemática, existem aquelas que têm essa característica de mero pretexto para ensinar

Matemática, buscando fortalecer o caráter de imprescindibilidade da Matemática para descrever a realidade. Entretanto, como procurei deixar claro no decorrer deste artigo, a perspectiva que adoto busca criticar o uso que é feito da Matemática na sociedade, e o objetivo principal é a formação de cidadãos críticos segundo as idéias defendidas pela Educação Matemática Crítica.

Portanto, não podemos entender a Modelagem Matemática como o caminho para a Interdisciplinaridade, visto que ela mesma pode tomar contornos que fortaleçam as fronteiras disciplinares. Assim, ressalto, mais uma vez, o alerta de Machado (1999) sobre a necessidade de se refletir sobre nossa concepção de conhecimento para abrir a possibilidade de trabalhos interdisciplinares, o que, no caso da Modelagem Matemática, traduz-se na reflexão sobre as concepções de Matemática e de Realidade que fundamentam a perspectiva adotada.

Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, J. L. *Cálculo, Tecnologias e Modelagem Matemática: as Discussões dos Alunos*. 2002. 173 f. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.
- BASSANEZI, R. C. Modelling as a Teaching-Learning Strategy. *For the Learning of Mathematics*, Vancouver, v. 14, n. 2, p. 31-35, june 1994.
- BORBA, M. C.; MENEGHETTI, R. C. G.; HERMINI, H. A. Modelagem, Calculadora Gráfica e Interdisciplinaridade na Sala de Aula de um Curso de Ciências Biológicas. *Revista de Educação Matemática da SBEM-SP*, [São José do Rio Preto], v. 5, n. 3, p. 63-70, 1997.
- GALBRAITH, P. L.; CLATWORTHY, N. J. Beyond Standard Models – Meeting the Challenge of Modelling. *Educational Studies in Mathematics*. Dordrecht, v. 21, p. 137-163, 1990.

MACHADO, N. J. Interdisciplinaridade e Matemática. In MACHADO, N. J. *Epistemologia e Didática: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente*. 3. ed. São Paulo: Cortez Editora, 1999. p. 177-196.

MORIN, E. *A Cabeça Bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. Tradução: Eloá Jacobina. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 128 p.

SKOVSMOSE, O. Aporism and Critical Mathematics Education. *For the Learning of Mathematics*, Kingston, v. 20, n. 1, p. 2-8, mar. 2000a.

SKOVSMOSE, O. Cenários para Investigação. *Bolema – Boletim de Educação Matemática*. Rio Claro, n. 14, p. 66-91, 2000b.

MR12 INTERDISCIPLINARIDADE

O TRABALHO INTERDISCIPLINAR EM UM CURSO DE LICENTURA EM MATEMÁTICA

Ronaldo Abrão Pimentel

Introdução

O conhecimento humano é uma teia de informações interconectadas, onde os elos que estabelecem as ligações entre as informações são tão importantes quanto estas últimas. E devido a essas ligações, a essa tecitura geral, qualquer fenômeno que interfira em uma unidade de informação gerará interferências em várias outras informações e em suas ligações. As várias ciências que compõem parte considerável desse conhecimento, como não poderia deixar de ser, também se inter-relacionam, sendo difícil se estabelecer fronteiras entre elas, delimitar onde termina uma e começa outra. Cada saber científico está baseado em vários outros, das mais diversas áreas possíveis.

Uma breve abordagem histórica

Ao longo da história assistimos sempre a preocupações de intelectuais com a integração dos conhecimentos, com a unidade do saber humano. Platão já colocava a necessidade de uma ciência unificada, e propunha que a filosofia desempenhasse este papel. Na Escola de Alexandria concentravam-se sábios de todo o mundo antigo, e essa escola pode ser considerada a mais antiga instituição a assumir compromisso com uma integração dos conhecimentos de então, a partir de uma perspectiva filosófico-religiosa. A *Paidéia cíclica* ou *Enciclopédia* era, na Grécia clássica, o conjunto de todas as ciências. A partir do século XVII, temos vários pensadores como Bacon, Comênio, Descartes, Comte, Kant, dentre outros, que manifestam preocupações com a “fragmentação do conhecimento em campos de especialização sem comunicação explícita entre si” (Santomé, 1998, p.47). No séc XVIII o Iluminismo defende a “unidade e condensação da diversidade de saberes e práticas. (...). Existia então uma preocupação em explicitar as ligações que os vários campos do saber mantinham entre si, tentando conectar ciência, técnica, razão e prática social.” (idem).

Com o advento das revoluções industriais e de novos modelos econômicos capitalistas, a indústria necessitava urgentemente de especialistas capazes de enfrentar situações específicas de processos de produção e comercialização. Com o

desenvolvimento da revolução industrial e de novas tecnologias, novas especialidades surgem no cenário e que, por se basearem em algum ramo específico de um conhecimento tradicional ou em novas metodologias, exigiam maiores parcelas de independência até se tornarem campos profissionais e de conhecimento plenamente autônomos. Evidenciam-se aí as condições que levam à consolidação das especializações.

O paradigma positivista e a disciplinarização do conhecimento

Uma sociedade construída com base na fragmentação do trabalho tanto no âmbito de produção industrial quanto na comercial e em suas relações econômicas em geral, fatalmente espelha essa filosofia da divisão para o mundo da ciência. E o positivismo vem corresponder a esse novo estatuto do saber. O paradigma positivista, baseando-se no empirismo e na lógica formal, norteia a determinação de uma visão especializada do mundo. No campo do conhecimento científico estabelece-se o conceito de disciplinas, com um objeto de estudo, marcos conceituais, métodos e procedimentos específicos, e que seriam a *“fragmentação e a atomização gradativa da realidade em suas unidades menores para conhecê-las.”* (Lück, 1997).

Criam-se condições rígidas sobre aquilo que um corpo de conhecimentos deve reunir para ser caracterizado como disciplina ou ciência. Qualquer saber, para adquirir o *status* de ciência tem que se submeter às rígidas normas e formalizações determinadas pelo cientificismo, que elege a ciência como o conhecimento mais valioso. Mas tais condições acabam por limitar e excluir alguns campos do conhecimento, que passam a não obter o rótulo de ciência. Santomé salienta essa rigidez de classificação cientificista, dizendo dos *“rios de tinta”* gastos, referindo-se às dificuldades que,

“do século XVII até hoje, vêm sendo constatadas na hora de catalogar corpos de conhecimento como as artes, a ética, a política, a história, a educação, etc., que dificilmente podem incorporar esses requisitos de cientificidade defendidos pelo positivismo.” (Santomé, 1998, p. 56)

A construção do conhecimento organizado por disciplinas realiza-se mediante uma seleção de dados considerados importantes e a rejeição de outros não-pertinentes, e essa atividade seletiva está controlada por modelos e paradigmas que dirigem o

pensamento e a visão de ciência e de mundo vigentes. E o paradigma positivista é que tem organizado a ciência e o pensamento ocidentais nos últimos três séculos. E com notáveis êxitos para o desenvolvimento do conhecimento e da tecnologia nesses três séculos, permitindo avanços para a humanidade antes inimagináveis. Mas também contribuiu para marginalizar e silenciar muitas dimensões da realidade.

A disciplinarização do conhecimento na escola

No campo da educação, como não poderia deixar de ser, esses paradigmas cientificistas são absorvidos e incorporados, passando a ditar toda a estrutura curricular da escola. A organização do trabalho escolar passa a basear-se numa composição de disciplinas que se estruturam de modo bastante independente, isoladas umas das outras, fechadas em suas racionalidades auto-sustentadas e chegando a desvincular-se da realidade concreta, dissociando o ensino da vivência do aprendiz.

Como consequência, um dos grandes problemas com que a educação se depara hoje é com a fragmentação dos conhecimentos escolares, que ficam estanques em várias disciplinas isoladas, ou mesmo em blocos de conteúdos claramente separados, não possibilitando ao aluno inter-relacionar esses conhecimentos, e nem interligá-los com outros saberes, escolares ou não. Esse conhecimento fragmentado nas disciplinas, na maioria das vezes, impede o estudante de operar o vínculo entre as partes de uma mesma informação e também com a totalidade na qual a informação está inserida. Ou seja, o saber compartimentalizado o impossibilita de ser capaz de apreender os objetos em seu contexto e sua complexidade, de percebê-lo em sua tecitura global.

Essa cultura fragmentada aliada à pouca familiaridade com leituras diversas, com pesquisas em seu campo de saber, e com análise crítica de informações tem tornado o estudante um simples receptor de conhecimentos isolados, e no caso do estudante de matemática, futuro profissional do ensino de uma das disciplinas com maior índice de fracassos, um mero reproduzidor dessa cultura de verdades absolutas, já prontas, como se nada houvesse para se criar, mas apenas para se repetir.

Nos cursos de licenciatura, onde estão se formando os educadores das novas gerações, é fundamental que se levante tais questões, que se discuta esse paradigma positivista predominante na organização curricular. Que se apresentem novas propostas

de abordagens de conteúdo escolar que não o disciplinar. Que se vislumbrem novas possibilidades de ação.

A visão de um currículo baseado no loteamento dos saberes selecionados pela instituição escolar em disciplinas está tão impregnada na cultura de toda a comunidade educadora que se torna difícil imaginar a programação de um curso que não comece, ou pelo menos que não tenha como alvo principal das atenções a “grade curricular”, ou seja, a hierarquização das disciplinas ao longo do tempo de duração do curso. Para Santomé (1998):

“A preocupação dos que planejam e programam os conteúdos (de um curso) é a de oferecer todas as informações necessárias para compreender e intervir em determinadas situações sociais. Para isso realizam algum tipo de varredura em cada disciplina cujo objeto de estudo são essas realidades, selecionando conteúdos indispensáveis para facilitar sua compreensão e possibilidades de ação. Pensa-se que os alunos, sozinhos, poderão reorganizar depois essas informações fragmentadas e captar seu verdadeiro significado e sentido. De alguma maneira, a instituição escolar oferece as peças de um quebra-cabeças (cada uma das disciplinas e seu blocos de conteúdos) porém não se compromete claramente a constatar se os alunos conseguem reconstituí-las de maneira compreensível.” (1998, p.38

Existe a falsa crença de que as conexões entre as informações serão estabelecidas pelo estudante, o que na verdade não acontece. E quando tais conexões ocorrem, é de uma forma incipiente e superficial, não levando o estudante muito além de onde ele se encontra, perdendo-se, de todo modo, a tão necessária visão do todo no qual se insere a informação.

Essa fragmentação crescente dos objetos do conhecimento em diversas áreas estanques, sem a contrapartida do esforço em uma visão contínua do conhecimento instituído e o cada vez mais difícil enquadramento de fenômenos extramuros escolares no âmbito de uma disciplina têm levado os professores/pesquisadores em educação a procurar novas formas de organização do trabalho acadêmico. É nesse cenário que emerge a interdisciplinaridade, como a propiciadora da *“reconstrução de uma unidade perdida, da interação e da complementaridade nas ações envolvendo diferentes disciplinas.”* (Machado, 1993, p. 25.)

Os conceitos de interdisciplinaridade

Tentemos entender aqui os conceitos de interdisciplinaridade colocados por alguns pesquisadores. Para Lück há um desdobramento entre interdisciplinaridade no campo da Ciência e no campo da Educação.

“A interdisciplinaridade, no campo da Ciência, corresponde à necessidade de superar a visão fragmentadora de produção do conhecimento, como também de articular e produzir coerência entre os múltiplos fragmentos que estão postos no acervo de conhecimento da humanidade. Trata-se de um esforço no sentido de promover a elaboração de síntese que desenvolvam a contínua recomposição da unidade entre as múltiplas representações da realidade. Busca-se estabelecer o sentido de unidade na diversidade, mediante uma visão de conjunto, que permita ao homem fazer sentido dos conhecimentos e informações dissociados e até mesmo antagônicos que vem recebendo, de tal modo que possa reencontrar a identidade do saber na multiplicidade de conhecimentos.” (Lück, 1997, p. 59).

Já no campo da Educação a interdisciplinaridade representa a possibilidade de se tentar superar a dissociação das experiências escolares entre si, bem como delas com a realidade social. E levanta a questão fundamental de que o ensino não é um problema de caráter tão somente pedagógico, mas epistemológico.

Para Santomé o termo interdisciplinaridade surge ligado *“à finalidade de corrigir possíveis erros e a esterilidade alcançada por uma ciência excessivamente compartimentada e sem comunicação interdisciplinar.”* (1998, p.63). E acrescenta que a crítica à compartimentalização das matérias será igual à dirigida ao trabalho fragmentado nos sistemas de produção da sociedade capitalista. E finaliza:

“Convém não esquecer que, para que haja interdisciplinaridade é preciso que haja disciplinas. As propostas interdisciplinares surgem e se desenvolvem apoiando-se nas disciplinas; a própria riqueza da interdisciplinaridade depende do grau de desenvolvimento atingido pelas disciplinas e esta, por sua vez, serão afetadas positivamente pelos seus contatos e colaborações interdisciplinares.” (1998. p.61).“

A interdisciplinaridade, ainda sob a perspectiva de Santomé, reúne estudos complementares de vários especialistas em um contexto de estudo de âmbito mais coletivo. Cada uma das disciplinas, ao tomar contato com as outras são por sua vez modificadas e passam a depender claramente uma das outras, o que resultará em enriquecimento recíproco. Há uma vontade e compromisso de elaborar um contexto mais geral.

O Trabalho Interdisciplinar no Curso de Licenciatura em Matemática da Puc Minas Betim

O Trabalho Interdisciplinar do Curso de Licenciatura em Matemática da Puc Minas/Betim surgiu com o objetivo de promover um diálogo entre as várias sub-áreas da Matemática (os conteúdos fragmentados nas várias disciplinas do Curso) bem como da matemática com outras áreas do conhecimento. O Trabalho Interdisciplinar que atualmente é executado pelos estudantes forma um dos grandes eixos que, acreditamos, levarão à formação de um profissional mais em sintonia com os novos tempos que estamos vivendo, mais arguto, sensível e perspicaz – qualidades fundamentais nessa era de transições pela qual passamos, e que seja capaz - por que não? - de apontar novos rumos para o ensino de matemática.

De acordo com o projeto pedagógico do curso, o Trabalho Interdisciplinar tem como objetivo:

- A (re)construção do conhecimento matemático dentro de um contexto sócio histórico;
- Inter-relacionar conhecimentos fragmentados em disciplinas ao longo do curso, entre si e com outras áreas do conhecimento;
- Articular o conhecimento matemático com conhecimento humano mais global, no sentido de recompor uma unidade entre as múltiplas representações da realidade;
- Iniciar o aluno na pesquisa, através do campo e da leitura, análise, comparação e crítica de textos e ações tanto matemáticos quanto pedagógicos e de outras áreas do saber;
- Desenvolver, no futuro profissional do ensino, um olhar mais sensível para as dificuldades do aluno com a aprendizagem;
- Reforçar as atividades em grupo e a troca de experiências;
- Levar o aluno à produção de um texto claro e conclusivo;

- Criar condições para que os alunos realizem apresentações públicas.

Com esses objetivos, esperamos que nosso aluno possa:

- Ao (re)construir o conhecimento matemático dentro de um contexto sócio histórico, dar significado aos conteúdos apreendidos e perceber que o conhecimento matemático, como qualquer outro, é vivo, dinâmico, social e temporal;
- Compreender o caráter inter e multidisciplinar do conhecimento matemático e como este conhecimento se articula com vários outros saberes;
- No e pelo trabalho de pesquisa, construir sistematicamente conhecimentos, competências e habilidades que lhe dêem sustentação prática e teórica para se tornar um professor pesquisador e se inserir na realidade de sua comunidade;
- Desenvolver suas capacidades de trabalhar em equipe e trocar experiências;
- Produzir material didático inovador, com vistas a facilitar a aprendizagem;
- Apresentar em congressos, seminários e outros eventos educacionais, os trabalhos produzidos.

Cabe aqui ressaltar que esse conjunto de competências e habilidades que procuramos desenvolver no aluno, coroada com as apresentações públicas, são características fundamentais para um profissional do ensino.

O Trabalho Interdisciplinar tem imprimido ao curso e aos alunos um diferencial, uma vez que possibilita aos mesmos aprenderem a desenvolver atividades de caráter científico em todas as suas etapas, buscando a integração entre conteúdos da Matemática e dela com outras áreas do conhecimento

É um trabalho com uma proposta diferenciada em termos estruturais, uma vez que não é uma disciplina curricular; não está vinculado a nenhuma série específica, perpassando transversalmente quase todos os períodos; não possui uma ementa específica; é todo ele desenvolvido extraclasse e por grupos de alunos, e é avaliado em 10 pontos, valendo para todas as disciplinas nas quais os alunos estejam matriculados. E está intimamente ligado à vocação do Curso, que é a formação de professores, como detalharemos a seguir.

O processo de implantação

A Unidade da Puc-Minas de Betim foi implantada em agosto de 1995 com um projeto pedagógico arrojado, e que, dentre várias outras propostas, já trazia a do Trabalho Interdisciplinar que tinha como objetivo o entrosamento dos conteúdos fragmentados nas várias disciplinas dos cursos.

Passamos, desde o começo, por várias formas de conduzir o Trabalho Interdisciplinar, num processo contínuo de aprendizagem também para nós professores. Aprendizagem esta que continua existindo.

Em um primeiro momento começamos elaborando trabalhos onde os grupos de alunos deveriam fazer ligações entre as disciplinas que estavam cursando e outras áreas do saber, como por exemplo, a aplicação do cálculo na física ou na economia, a aplicação da geometria na arquitetura, etc. Nessa fase o trabalho ainda era desenvolvido semestralmente. No início do semestre era escolhido um tema, o qual era desenvolvido durante os quatro meses letivos e, ao final havia um dia especialmente dedicado à apresentação pública do trabalho para a comunidade acadêmica e para uma banca avaliadora composta por professores do curso e outros convidados. Não havia nenhuma espécie de acompanhamento dos alunos, de forma sistematizada, durante o semestre, apesar de sempre haver um professor que orientava o grupo. Avaliava-se apenas o produto final.

Uma boa parcela dos trabalhos abordava curiosidades matemáticas, como por exemplo: *“A Geometria das Abelhas”*, *“A Proporção Áurea na Natureza”*, *“Os padrões que aparecem na natureza”*, *“O Girassol e o Logaritmo”*, etc. Outros já eram mais elaborados e exigiam dos alunos um trabalho de investigação mais aprofundado, tais como: *“Análise Matemática do Timbre do Som”*, ou *“A Matemática no Equilíbrio e no Movimento do ser humano; uma aplicação na Fisioterapia”*.

Ainda nessa época inicial, a partir de uma sugestão da professora de Português Instrumental, abordamos o tema *“A matemática na mídia”*. e daí apareceram trabalhos muito interessantes como: análises de gráficos em noticiários econômicos (e se discutia um pouco da situação econômica); o uso da matemática financeira nas propagandas que prometiam descontos à vista ou pagamentos parcelados (e se discutia sobre a veracidade ou não de tais anúncios e também sobre taxas de juros, etc.); diagramação de páginas, uso de elementos geométricos em anúncios publicitários (e se discutia a presença da

matemática na beleza, na estética e na arte em geral), etc. Outro tema que gerou bons trabalhos foi “Os grandes matemáticos e suas obras”.

Todos estes trabalhos, como já foi dito, sempre foram feitos em grupo, orientados por um professor, e ao final do semestre apresentados publicamente aos colegas e a uma banca examinadora. A nota obtida pelos alunos (de 0 a 10 pontos) era, e ainda o é, repassada a todas as disciplinas nas quais os alunos estivessem matriculados. A maioria dos professores do curso participa do trabalho interdisciplinar, dando sua contribuição e a de sua disciplina para o melhor aproveitamento dos alunos.

Um passo em direção ao amadurecimento: uma maior sistematização

Em 1999, quando veio a comissão de especialistas do MEC para analisar o Curso, o Trabalho Interdisciplinar foi destacado no seu relatório final como um fator altamente positivo do curso, juntamente com o entusiasmo com que os professores participavam do curso, inclusive os que não eram específicos da área da matemática. Tal fato nos possibilitou a elaboração e aprovação de um projeto que contemplava o Trabalho Interdisciplinar com horas de dedicação a alguns participantes, independentemente de serem ou não professores de matemática, ou seja, professores de outras áreas poderiam se engajar no processo, mais do que já estavam engajados..

Isso nos permitiu estruturar e sistematizar melhor o Trabalho Interdisciplinar, e a partir de 2001 criamos uma equipe de professores e um tema geral de discussão.

O trabalho hoje está estruturado da seguinte forma: há a figura do coordenador geral, do professor coordenador de período e a do professor orientador.

Cada professor é procurado pelo grupo de alunos, de acordo com sua afinidade com o assunto escolhido e, caso haja acordo, passa a ser o professor orientador do grupo. Ao professor orientador compete acompanhar o trabalho de um grupo, orientando os alunos durante a execução do trabalho. Orienta-os em todos os procedimentos, desde a execução do projeto e delimitação do objeto de estudo, à escolha da linha de trabalho, à indicação das leituras necessárias. Dá as indicações para o trabalho de campo, a revisão de literatura, a elaboração do relatório final e a apresentação pública. Qualquer professor do curso pode orientar trabalhos, desde que aceite a tarefa. É interessante observar aqui

o envolvimento que existe por parte dos professores que não são especificamente de Matemática, como os professores da Área Pedagógica, os de Física, de Computação, os de Filosofia, de Português, de Sociologia, etc.

O professor coordenador de período atua junto aos professores-orientadores do período, acompanhando seu trabalho. Medeia as relações entre os grupos de trabalho (alunos), os professores-orientadores e a coordenação geral; acompanha todas as atividades da turma; zela pelo cumprimento dos prazos estabelecidos no cronograma de atividades; centraliza as notas dos trabalhos em cada etapa, repassando-as à coordenação geral, além de presidir as bancas de avaliação quando da apresentação pública.

Ao coordenador geral compete discutir com a equipe e escolher o tema do trabalho; organizar o cronograma de atividades do trabalho; manter contato constante com os professores, resolvendo possíveis problemas que porventura venham a aparecer; levar a proposta do trabalho a todas as turmas no início de cada período, explicando-lhes todas as etapas e dirimindo dúvidas que apareçam. E, principalmente, manter acesa a idéia da interdisciplinaridade.

Na nova estruturação do Trabalho Interdisciplinar instituiu-se a criação de um Grande Tema, que serviria de norteador dos trabalhos. O tema escolhido foi o da Educação Matemática Inclusiva, que tem como objetivo trazer à tona a discussão sobre as características inclusivas/exclusivas da educação em nossa sociedade, e particularmente o ensino de matemática nesse contexto. E esse tema é analisado em cada período segundo uma ótica diferente, dependendo da abordagem que é proposta para o desenvolvimento do trabalho.

Para o primeiro período a proposta é de que os alunos, como estão iniciando o curso, procurem analisar temas ligados à área profissional do professor, como por exemplo: a violência nas escolas; o problema das drogas na escola; as condições de trabalho do professor; a relação professor aluno; as relações escola-comunidade, etc.

Para os outros períodos são sugeridos sub-temas tais como: “O conhecimento matemático na formação da cidadania”; “Concepções de ensino aprendizagem”; “Como o estudo dos processos cognitivos vem influenciando a educação ao longo dos tempos.”;

“As concepções sobre o conhecimento matemático”; “Entender o mundo físico através da linguagem matemática. Questões ambientais”; “A metodologia científica como instrumento de captação do mundo”; “A temática da Inclusão em torno dos estágios”; “Metodologias de ensino inclusivas”, dentre outras.

O Trabalho envolve os alunos do primeiro ao sexto período, podendo haver uma continuidade e um aprofundamento do mesmo assunto pelo grupo durante todo o curso. Nosso objetivo, a longo prazo, é de que as pesquisas desenvolvidas ao longo dos seis primeiros períodos culminem com um trabalho de final de curso.

A proposta é de que os grupos desenvolvam um projeto nos moldes de um trabalho científico. Para isto é oferecido, fora da grade curricular, um curso de Metodologia do Trabalho Científico para os dois períodos iniciais do curso, com duração de 60 horas-aula.

A partir dessa nova orientação dada aos trabalhos, surgiram produções bem interessantes dentre as quais citaremos algumas: *“O uso da matemática na construção civil”*, *“Os jogos no ensino de matemática”*, *“A matemática na cultura indígena”*, *“O ensino de eletricidade e eletrostática para deficientes visuais”*, *“A matemática do dia-a-dia”*, *“O uso de softwares no ensino de matemática”*, *“Análise técnica e econômica de pequenas hidrelétricas – estudo de um caso na zona rural de Betim”* dentre muitos outros.

Novos espaços conquistados e novas orientações

Essa experiência de sistematização e maior organização do trabalho se mostrou tão rica que começamos a perceber que os trabalhos de pesquisa estavam indo além do que esperávamos, e que era necessário mais tempo para a elaboração dos mesmos. Um semestre era pouco! Então a partir do início de 2002 o trabalho passou a ser anual, dividido em dois Estágios semestrais, de modo que, durante o primeiro semestre (primeiro estágio) os grupos preparam um projeto de pesquisa, com justificativas, objetivos, marco teórico, metodologia de investigação, etc., e o apresentam, sendo avaliados inclusive os aspectos metodológicos. A nota obtida pelo grupo (de 0 a 10 pontos) é atribuída a todas as disciplinas nas quais o aluno esteja matriculado. No semestre seguinte (segundo estágio) eles desenvolvem a pesquisa e apresentam o relatório do trabalho, ao final do ano, para os colegas e para uma banca examinadora. Os grupos continuam os mesmos do estágio anterior, apesar de a grande maioria dos alunos estarem cursando disciplinas

diferentes das do semestre anterior. Os professores orientadores e os coordenadores de período também acompanham os alunos para o segundo estágio do trabalho. As notas serão atribuídas novamente às disciplinas em que o aluno estiver cursando no novo semestre.

Cada turma, sob a coordenação de um professor, propõe e desenvolve em grupos um projeto nos moldes de um trabalho científico. Este desenvolvimento consta de várias etapas ao longo de cada semestre (estágio), tais como:

1) O Primeiro Estágio, dividido em três Etapas:

- Primeira etapa: apresentação e discussão do tema (ou temas) a ser abordado, entrega de um anteprojeto do trabalho de pesquisa a ser desenvolvido, que é avaliado pelo professor orientador e devolvido com as devidas sugestões, inclusive metodológicas, no primeiro mês do semestre letivo (valor: 1 ponto);
- Segunda etapa: elaboração de uma primeira versão do projeto de pesquisa com o tema e o referencial teórico já escolhidos em discussões com os professores orientadores, e com todos os aspectos e justificativas metodológicas próprios da pesquisa a ser efetuada. Novamente o professor orientador avalia a produção e orienta os grupos no desenvolvimento e possíveis correções de rumos do trabalho. Nesta segunda etapa a entrega da primeira versão ocorre aproximadamente 45 dias após a primeira etapa (valor: 4 pontos);
- Terceira etapa: Versão definitiva do projeto de pesquisa, a ser entregue aproximadamente trinta dias após a etapa anterior. O projeto é avaliado pelo professor orientador, com a atribuição da nota desta etapa (valor: 5 pontos) totalizando os 10 pontos do primeiro estágio.

2) O Segundo Estágio (no semestre seguinte), dividido em quatro etapas:

- Primeira etapa: Reapresentação ao professor orientador do Projeto de Pesquisa elaborado no semestre anterior, incluídos os questionários ou qualquer outro ponto que porventura tenha ficado pendente. É o momento de reatar os contatos entre os alunos e o professor orientador. Esta etapa tem prazo até o final do primeiro mês do semestre letivo e vale 1 (um) ponto;
- Segunda etapa: Após o final do primeiro mês os alunos vão a campo desenvolver sua investigação, fazem uma revisão bibliográfica e começam a elaborar o relatório final. A entrega dessa primeira versão ocorre 45 dias após o final da primeira etapa e vale 1 (um)

ponto. O professor orientador tem o prazo de uma semana para analisar essa primeira versão e devolver para o grupo com as devidas anotações e orientações;

- Terceira etapa: Versão definitiva do relatório. A entrega ocorre em um prazo de 20 a 30 dias após o final da etapa anterior.. Valor: 4 pontos.
- Quarta etapa: Ao final do semestre há um momento de socialização dos resultados finais, onde ocorre uma apresentação pública dos trabalhos .A avaliação dessa apresentação é feita por uma banca examinadora, que atribui uma nota (valor: 4 pontos), totalizando os 10 pontos do segundo estágio..

Como já foi dito anteriormente, o Trabalho Interdisciplinar está voltado para a formação de professores de matemática, portanto para a Educação Matemática. E a grande maioria dos trabalhos está voltada para estas questões, tendo como disciplinas de suporte aquelas que envolvem aspectos pedagógicos, o que não quer dizer que não haja espaço para quem queira trabalhar com conteúdos matemáticos. Há lugar para todas as experiências, mas a ênfase é no ensino de matemática..

Vale acrescentar aqui alguns comentários sobre determinados trabalhos realizados pelos alunos devido aos desdobramentos que tiveram. Um trabalho denominado "*Ensino/Aprendizagem de Matemática para Deficientes Visuais*" explorou a criação de material de Geometria para o ensino desta disciplina para deficientes visuais. A pesquisa durou dois anos, o trabalho foi apresentado em um Seminário Internacional de Sociedade Inclusiva e depois foi feita uma parceria com a Prefeitura de Betim, onde o grupo passará a formar professores da rede municipal para o ensino de matemática a deficientes visuais. Um grupo tem desenvolvido, ao longo dos últimos dois anos, um programa de uso do software Cabri-Geomètre, para o ensino de Cálculo Diferencial e Integral. A pretensão do grupo é criar as interpretações geométricas de todos os tópicos do cálculo onde isso for possível, para aplica-los no ensino do mesmo.

Um dos vários trabalhos que exploraram o tema "*A matemática na construção civil*" foi um pouco à frente dos demais. Além de tentar desvendar a matemática informal usada pelos trabalhadores na construção civil, o grupo criou um curso que acabou se transformando em um projeto de Extensão. Orientado por três professores (uma de Português, uma de Educação e um de Matemática) o curso tem ensinado matemática para os operários da construção civil utilizando-se de conhecimentos dos próprios trabalhadores.

Considerações finais

Na realização do Trabalho Interdisciplinar, tanto os alunos quanto os professores vivenciam experiências altamente enriquecedoras. Em geral são tratados assuntos limítrofes de diferentes disciplinas. Na busca por um ensino de matemática mais democrático discute-se a educação como um todo, multifacetada em seus aspectos sociológicos, psicológicos, filosóficos, metodológicos e epistemológicos. Passa-se a conhecer o que se tem pesquisado no campo da educação matemática, o que os pesquisadores atuais estão propondo com relação ao seu ensino. Vislumbram-se as várias tendências nas quais se desdobra o ensino de matemática nos últimos tempos. Tais ações permitem que os alunos tenham uma visão ampla das grandes questões que envolvem hoje os processos de ensino-aprendizagem de matemática

O trabalho tem funcionado como integrador das disciplinas do curso e, importante, não corre o risco de se tornar uma disciplina a mais na grade curricular. Ele tem se mostrado como um canal capaz de corresponder à nossa necessidade de *“articular e produzir coerência entre os múltiplos fragmentos que estão postos no acervo”* de conhecimentos do curso, como afirma Lück (cf. p.5). Ainda não chegamos a ponto de as disciplinas se modificarem ao tomar contato umas com as outras, e nem de depender claramente umas das outras, como anuncia Santomé (cf. p. 6), mas é um bom objetivo a se almejar...

Referências bibliográficas

- LÜCK, Heloísa. *Pedagogia interdisciplinar: Fundamentos teórico-metodológicos*. Petrópolis: Ed. Vozes. 1997
- MACHADO, N. M. Interdisciplinaridade e Matemática. Revista *Pro-Posições*, Campinas, Vol. 4, n. 1 [10], p.24-34, março 1993.
- SANTOMÉ, J. T. *Globalização e Interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Porto Alegre: Artes Médicas. 1998.
- SILVA, Elcio Oliveira da. *Fragmentação e interdisciplinaridade no ensino – Estabelecendo distinções, delimitando conceitos*. Revista *Educação e Realidade*, jan./jun. 1997.

MR12 INTERDISCIPLINARIDADE

INTERDISCIPLINARIDADE: DESAFIOS E CONFIGURAÇÕES ESCOLARES

Vanessa Sena Tomaz ¹

Nesta sessão pretendo discutir a interdisciplinaridade no ensino básico, mostrando que mais do que um “modismo” ou imposição da sociedade atual, a interdisciplinaridade na escola pode ser uma aspiração dos professores na tentativa de aproximar-se do seu aluno e dos colegas de trabalho. Outro objetivo seria levantar elementos que descrevam o conceito de interdisciplinaridade presente na escola bem como os problemas enfrentados para promover práticas pedagógicas interdisciplinares, principalmente, no que diz respeito à sistematização do conhecimento matemático.

Nas últimas décadas, a escola pública passou por mudanças pressionada tanto por fatores externos quanto internos. Dentre outros, as políticas educacionais de universalização do ensino fundamental e a crescente desvalorização da profissão docente alteraram, significativamente, a clientela(docente e discente) da escola pública. Assistimos também a abertura para a gestão democrática dando uma certa autonomia para que a própria escola possa pensar sua realidade. Aliado a tudo isso, o processo de globalização da economia instalando novos processos de divisão trabalho formam, em conjunto, demandas para a produção de conhecimentos que não se constroem de forma fragmentada numa disciplina específica.

Internamente, a dificuldade de se relacionar com os alunos, o isolacionismo da prática pedagógica de cada professor, contrária a própria natureza do ser humano, o esgotamento de modelos de avaliação com ênfase na meritocracia, a complexidade dos problemas que chegam à escola e da percepção de que sozinha uma pessoa não dará conta de resolvê-los, levam à aspiração, principalmente dos professores, por iniciativas de integração de conhecimentos, numa perspectiva mais holística; que se traduzem em modalidades de ensino com uma variedade de níveis de integração em busca da interdisciplinaridade.

¹ Faculdades Integradas de Pedro Leopoldo Doutoranda em Educação-Fae/UFMG

Interdisciplinaridade: do conceito científico a uma proposta pedagógica

Não há um único conceito de interdisciplinaridade, muito menos o que identifica práticas ditas interdisciplinares. Não há uma pedagogia da interdisciplinaridade propriamente dita, fazendo com que a interdisciplinaridade no meio escolar apareça para os professores como uma palavra vaga e imprecisa, cujo sentido, neste contexto, está ainda por ser descoberto. Quando a escola adota o discurso interdisciplinar, no fundo busca as raízes do conhecimento, numa tentativa de enxergar o aluno na sua totalidade.

Se analisarmos a etimologia da palavra, temos o prefixo “inter” que, dentre outras conotações, tem o significado de troca, reciprocidade e o radical “disciplina” que associa-se a ensino, instrução, ciência. Assim, de acordo com Ferreira(2001), “interdisciplinaridade pode ser compreendida como sendo um ato de troca de reciprocidade entre as disciplinas ou ciências – ou melhor, de áreas do conhecimento.” Na visão de Fazenda(2001), interdisciplinaridade é uma **atitude**, portanto não fica apenas no campo da intenção, mas na ação a ser exercitada.

Como ação, a interdisciplinaridade na escola nos revela que é preciso que professores e alunos trabalhem juntos, se conheçam e se entrem para, juntos vivenciarem uma ação educativa mais produtiva, sendo o papel do professor fundamental para o avanço construtivo do aluno.

Para chegar a um desenho sobre a interdisciplinaridade na escola, adotarei, a partir da literatura sobre o assunto, uma conceituação bem ampla. Nesta, a interdisciplinaridade não se limita à integração de disciplinas escolares, mas a uma possibilidade de a partir da integração disciplinar, promover novos conhecimentos escolares. Uma abordagem interdisciplinar de um conteúdo de ensino, busca novas combinações e informações que ampliam e transformam os conhecimentos anteriores de cada disciplina, criando novos conhecimentos que se agregam a cada uma das disciplinas ou que se situam na zona de interseção entre elas. Para Ferreira(2001), o que caracteriza uma prática interdisciplinar é o sentimento intencional que ela carrega, norteadas por eixos básicos como: a intenção, a humildade, a totalidade, o respeito pelo outro, etc.

No que diz respeito às disciplinas científicas, como ramo do saber, a interdisciplinaridade faz parte de um grupo de palavras todas ligadas entre si pelo radical disciplina tendo em comum o fato de designarem diferentes modos de relação e articulação entre disciplinas. A interdisciplinaridade seria algo mais que a pluridisciplinaridade² e menos do que a transdisciplinaridade³. Ultrapassa a pluridisciplinaridade porque vai mais longe na análise e confrontação das conclusões, porque procura a elaboração de uma síntese a nível dos métodos, leis e aplicações.

A interdisciplinaridade na escola

Do ponto de vista das disciplinas escolares, como entidades curriculares, o que vimos nas escolas é que, a interdisciplinaridade, entre outros aspectos, está relacionada à integração de disciplinas escolares. Pode variar de uma simples cooperação de disciplinas até uma integração capaz de romper com as disciplinas. *A interdisciplinaridade é qualquer forma de combinação entre duas ou mais disciplinas com vista à compreensão de um objeto a partir da confluência de pontos de vista diferentes e tendo como objetivo final a elaboração de uma síntese relativamente ao objeto comum* (Pombo,1994,p.13). Segundo Levy, citada por Pombo(1994), o diálogo interdisciplinar ajudaria a construir novos instrumentos cognitivos, novos significados, extraindo da interdisciplinaridade um conteúdo constituído do cruzamento de saberes que traduziria os diálogos, as divergências e confluências e as fronteiras de cada disciplina. Constituir-se-iam, assim, novos saberes escolares. Como prática de ensino, a interdisciplinaridade deve ser entendida como um dos momentos de um processo progressivo de integração disciplinar, ou seja qualquer forma de ensino que estabeleça uma qualquer articulação entre duas ou mais disciplinas, gerando novos saberes escolares. Portanto, mais importante que nomear precisamente uma iniciativa de integração disciplinar como interdisciplinar, pluridisciplinar ou transdisciplinar será reconhecer a natureza contínua de um processo crescente de integração disciplinar.

² Pluridisciplinaridade: diz respeito ao estudo de um objeto de uma mesma e única disciplina por várias disciplinas ao mesmo tempo. A abordagem pluridisciplinar ultrapassa as disciplinas, mas não contribui para uma profunda mudança da base teórica das disciplinas em sua individualidade

³ Transdisciplinaridade: diz respeito àquilo que está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através das disciplinas e além de qualquer disciplina. É o nível superior de interdisciplinaridade, em que desaparecem os limites entre as diversas disciplinas e se constitui um sistema total que ultrapassa as relações entre elas

Dado esse processo contínuo, resta saber em que modalidades ele pode ocorrer. Segundo Pombo(1994) pode-se entender que na pluridisciplinaridade a associação, que pode ser mínima, não exige alterações na forma e organização do ensino, supõe contudo algum esforço de coordenação entre os professores dessas disciplinas, que pode se traduzir numa organização temporal dos conteúdos programáticos, num tratamento didático comum, na cooperação na busca de informações sobre o objeto de estudo ou ainda no encontro pontual para resolução de um problema concreto. A partir do momento que essa experiência de ensino ultrapassa esse mínimo já, de acordo com Pombo(1994) face a uma experiência interdisciplinar, implica de alguma maneira numa reorganização do processo de ensino/aprendizagem e supõe um trabalho continuado de cooperação de professores.

Categorias de Integração Disciplinar Escolar

A integração disciplinar, segundo Pombo (1994) poderia se dar segundo algumas categorias de análise e modos de realização pedagógica que permitem tipificar situações de ensino que visem alguma articulação dos saberes disciplinares. As quatro primeiras categorias dizem respeito ao número e natureza das disciplinas envolvidas, ao grau de integração disciplinar e aos seus pressupostos teóricos e metodológicos. As restantes, focalizam os modos de realização de ensino integrado, ou seja, se preocupam com a operacionalização da integração.

Na primeira categoria a integração disciplinar pode ocorrer no *âmbito* do número de disciplinas envolvidas(uma disciplina,duas,três,..) até o limite máximo que consistiria em integrar todas as disciplinas do currículo. No limite mínimo, o trabalho de integração se dá no interior de apenas uma disciplina curricular, como a geometria, a álgebra e aritmética na Matemática. O número de disciplinas envolvidas numa experiência de integração vai depender das circunstâncias em que esta se realiza. Por exemplo, se o número de disciplinas a integrar é decorrente de um quadro teórico previamente estabelecido, a tendência seria agrupar por áreas de conhecimentos(ciências, línguas, humanidades,...), se o objetivo é resolver um problema geral da escola, como a violência entre os alunos, a integração pode envolver todas as disciplinas. Depende ainda da atividade que se quer realizar. Para montar maquetes de monumentos da cidade, as disciplinas naturalmente envolvidas seriam a Matemática, História, Geografia e Artes. É preciso ficar claro que a integração disciplinar pode ser implementada por um único professor, como pode

envolver um grupo deles, mas ela só vai ocorrer numa perspectiva interdisciplinar se os sujeitos envolvidos apresentarem a atitude interdisciplinar, não se limitando a uma contribuição que coloca sua disciplina apenas como ferramenta para as outras.

A categoria *alcance* diz respeito à natureza das disciplinas envolvidas. Como já mostramos acima, dependendo do objetivo e da atividade que se quer realizar, a integração das disciplinas vai se dar dentro de uma mesma área curricular ou percorrer diferentes áreas. Em princípio, pode parecer mais fácil integrar apenas disciplinas de uma mesma área curricular, como Matemática, Física, Química, Biologia, mas a integração de áreas totalmente distantes pode ser objeto de ricos trabalhos escolares como ao caso da Matemática e Música, Educação Física e Química. No momento de planejar as atividades de integração não podemos a especificidade de cada disciplina e, conseqüentemente, sua didática, pois a abordagem de um único problema por cada uma delas pode gerar conhecimentos novos específicos de cada disciplina ou conhecimentos novos que não se identificam com nenhuma das disciplinas específicas e sim na zona de interseção delas.

A intensidade, com categoria de integração, daria o grau de interação entre as disciplinas a qual, como descrevemos acima, pode ir do grau mais simples de integração – pluridisciplinaridade - até o grau máximo da transdisciplinaridade. Num grau menos intenso teríamos uma forma de coordenação entre as disciplinas envolvidas. Neste grau, é necessário que os professores coordenem entre si o trabalho que cada um realiza na sua disciplina. Por exemplo, dois professores de Química e Matemática combinam entre si trabalhar em suas aulas, simultaneamente, os sólidos geométricos, pois é um assunto comum às disciplinas. Matemática por ser conteúdo próprio de sua área e Química, como aplicação, no estudo das moléculas. Quando a integração ultrapassa a simples coordenação entre os professores, podemos ter um leque de situações que envolvem combinação de saberes. E, finalmente, se a integração alcança a fusão ou dissolução das fronteiras disciplinares, como o que ocorre quando queremos estudar assuntos da vida do homem, que não se encaixam em algumas disciplinas, por exemplo no estudo do meio ambiente.

A Categoria *perspectiva* diz respeito aos princípios teóricos subjacentes de ensino integrado. Quando a intensidade de integração se faz pela coordenação disciplinar, se cada disciplina permanece independente e detentora do seu domínio próprio, a perspectiva é de paralelismo entre as disciplinas em que cada uma segue o seu trabalho

lado a lado, sem que, em algum ponto, se torne necessário o encontro dos conteúdos ou métodos, mesmo que estejam abordando o mesmo assunto. Já quando se pretende uma forma de integração que alcance a interdisciplinaridade, o pressuposto é de que cada disciplina concorra para o estudo de um objeto comum em que só a convergência ou combinação dos princípios teóricos de cada uma pode levar a compreensão e resolução do problema em questão. Para isso, exige-se um esforço de exploração das contribuições de cada disciplina, de confronto de metodologias, de transposição conceitual, de uma linguagem comum, ou seja, essa perspectiva está fundamentada na possibilidade de alcançar a síntese. Uma última perspectiva de integração, pressupõe a unidade global do mundo que transcende os saberes disciplinares, seria a tentativa de unificação de todos os conteúdos e discursos, buscando a transdisciplinaridade.

O *nível de realização*, também uma categoria, a integração, pode estar no currículo, nos programas ou em situações de ensino e projetos de sala de aula. No nível da elaboração do currículo, a escola ou os sistemas de ensino vão escolher grandes linhas filosóficas, políticas e educacionais, como na formulação de uma LDB⁴. Um nível intermediário de integração seria na elaboração dos programas de ensino das várias disciplinas quando se tenta organizar e ordenar, por série, ciclos ou unidades, os conteúdos das diversas disciplinas para favorecer a integração disciplinar. Por exemplo, ajustar os conteúdos das disciplinas História e Literatura num mesmo período para que ambas possam abordar assuntos comuns. Pode haver também uma tentativa de integração entre os programas das disciplinas das diversas séries. Neste caso, ajustam-se os conteúdos de Matemática e Física, por exemplo, para depois dividi-los por séries. O terceiro caso seria no nível da elaboração e concepção das atividades de ensino. O locus dessas experiências é, em geral, a sala de aula. Nesta proposta o professor tem atuação ativa, momento em que ele utiliza de sua liberdade e inventividade no trabalho. Atualmente, as iniciativas mais comuns nas escolas estão neste nível sob a forma de projetos de trabalho.

A sexta categoria diz respeito a *via curricular* (disciplinar ou extra-disciplinar) ou extra-curricular. A proposta de integração pode vir via curricular disciplinar em que as atividades são previstas dentro das disciplinas do currículo ou pode vir via curricular não disciplinar, em que as atividades ocorrem fora das disciplinas, mas previstas no currículo.

É o caso de escolas que prevêm horários específicos, dentro do quadro curricular para desenvolvimento das atividades de integração, além dos módulos-aula de cada disciplina. Há também a possibilidade de integração disciplinar extra-curricular, em que a integração se dá através de atividades exteriores ao currículo e em horários extras, como grupos de filosofia, clube de ciências,....

A *modalidade de integração* é o suporte didático e o tipo de conteúdo em torno do qual se organiza a integração: programas, unidades didáticas, temas extrínsecos ou atividades. Na duas primeiras modalidades a integração realiza-se via curricular e disciplinar, fundamentalmente dentro da sala de aula tendo por base os conteúdos programáticos das disciplinas. Se a integração vai ocorrer mediante atividades não-letivas, podem-se incluir, por exemplo, visitas de estudo, trabalhos com projeto, organização de exposições de trabalhos feitos pelos alunos e outras atividades pontuais. Quando se propõe temas extrínsecos aos programas curriculares a serem tratados no espaço da sala de aula ou não, temos outra modalidade. São temas que tratam de assunto, conceitos, problemas ou processos aplicáveis em diferentes contextos. Por exemplo, com o tema “Ambiente” poderia ser trabalhado, interdisciplinarmente, o conceito de força, envolvendo os conteúdos da Física, Matemática e Educação Física e resolução de problemas concretos, como análise da degradação de espaços exteriores da escola.

As três últimas categorias são: *duração* da experiência que pode ser pontual, por ano ou ciclo de escolaridade; a *origem* que vai apontar a instância responsável pela integração: o sistema, a unidade escolar, o grupo de professores, os alunos e o *enquadramento* que demonstra os apoios que a iniciativa de integração obtém: institucionais, científicos, materiais ou sem apoio.

As categorias de integração disciplinar que pretendem-se interdisciplinares no trabalho escolar podem ser trilhadas por vários caminhos. A escolha desses caminhos vai depender do envolvimento dos profissionais, das condições de trabalho da escola e, principalmente, da intencionalidade da integração desejada. Uma iniciativa de integração disciplinar, dificilmente, se dará sob uma única categoria, mas pela combinação de várias delas. Por isso, acreditamos que a interdisciplinaridade na escola tem que ser uma aspiração do professor, que adotará um atitude de integração do conhecimento que se apresenta fragmentado.

⁴ Lei de Diretrizes Básicas da Educação Nacional

O discurso de integração disciplinar nas escolas atuais

Em geral, o nível de integração disciplinar nas escolas básicas, tem se dado no trabalho com projetos. Apesar do discurso escolar atual adotar o termo projeto para quase todas as suas iniciativas de integração, preferimos diferenciá-las em dois eixos: o eixo da tematização e o eixo de realização de projetos.

Tematização

Neste eixo o trabalho pedagógico é organizado a partir de temas de partes de um assunto específico ou temas amplos como: temas que vêm de situações da vida diária dos alunos ou que possa ser discutido numa linguagem natural; temas escolhidos para possibilitar às crianças envolver diversas disciplinas em diferentes níveis, como “ambiente” e temas que possuem valor em si próprio, como Violência e Paz.

Vale ressaltar que o trabalho com temas deve criar conceitos a serem sistematizados ou idéias de onde e como se usa aquele conhecimento. Acredito que a organização do trabalho pedagógico a partir de temas, mesmo com a intenção de promover a integração disciplinar, pode, a princípio, não pressupor a geração de novos conhecimentos escolares e a sistematização de conhecimentos específicos em cada disciplina ou mesmo a sistematização do conhecimento interdisciplinar. Nessa organização, as disciplinas podem atuar como simples meios ou ferramentas para exploração do tema. Abordar um tema não implica, necessariamente, desenvolver projeto.

Projetos

A idéia de projeto já aparecia nos trabalhos de Kilpatrick(1918), citado por Lopes(2003), mas atualmente o trabalho com projeto foi re-significado a partir do momento em que questiona o papel do professor como organizador e mediador dos conteúdos a serem investigados pelo grupo, bem como, a importância de partir de um conteúdo e/ou competências básicas como base de discussão. Nessa re-significação o aluno passa também a ser o sujeito de sua aprendizagem, sendo partícipe do planejamento das ações para determinado conteúdo, isto é, o aluno é sujeito individual e

coletivo, o que nos mostra a importância das interações entre os alunos, aluno-professor e alunos-recursos didáticos.

Os projetos de trabalho⁵ vão buscar a articulação dos conhecimentos escolares de forma relacional, que segundo Hernández&Ventura(1998,p.61), vão ter a função de “favorecer a criação de estratégias de organização dos conhecimentos escolares em relação às informações e aos diferentes conteúdos em torno de problemas ou hipóteses que facilitem ao aluno a construção de seus conhecimentos”, caracterizando o projeto como elemento integrante da produção do conhecimento e não, como atividades ilustrativas e enriquecedoras.

Para isso, Hernández(1998) alerta que o trabalho com projetos requer relações mais flexíveis com a cultura contemporânea, proporcionando a revisão dos saberes escolares e instigando a mudança na gestão do tempo e do espaço, o que nos coloca diante do desafio de conciliar o trabalho com projeto e as atividades de sala de aula.

Há também autores como Freudenthal(1973) que acredita que os projetos são adequados para exploração fenomenológica, mas pouco apropriados para exercitar a ciência teoricamente. Talvez, aí esteja uma dificuldade em identificar situações de sistematização do conhecimento matemático em projetos interdisciplinares que não tenham a matemática como núcleo disciplinar.

Face às novas demandas de organização escolar, implementadas a partir dos princípios de inclusão escolar e da adoção dos ciclos de aprendizagem, o termo projeto também vem sendo associado às formas alternativas de organização escolar e atuação docente. Nessa perspectiva, o projeto deixa um pouco seu caráter de intervenção na sala de aula para adotar a esfera organizativa. Nesta fica mais difícil identificar um conteúdo matemático trabalhado por ocasião da implementação do projeto, uma vez que está atuando no nível do currículo, dos programas e das políticas e não diretamente no conteúdo em sala de aula, adotando, assim, princípios teóricos de integração diferentes.

⁵ Hernández encara um projeto de trabalho “como um procedimento de trabalho que diz respeito ao processo de dar forma a uma idéia que está no horizonte, mas que admite modificações, está em diálogo permanente com o contexto, com as circunstâncias e com os indivíduos que, de uma maneira ou outra, vão contribuir para esse processo”. (Hernández, 1998,p. 22)

Todas as conotações apresentadas podem ser caracterizadas como projeto na escola, distinguindo-se pelos objetivos a que se propõe, os seus níveis de realização da integração e ao alcance do projeto.

Enfim, o que caracterizaria um projeto seria a sua referência ao futuro, a abertura para o novo, o caráter indelegável da ação projetada e a existência de situações-problema. Por isso, desenvolver projetos na escola, em especial na sala de aula, requer quebra de paradigmas, uma rica paisagem “caótica” de discussão⁶, o que exige mudanças profundas na prática atual de sala de aula.

Desafios da Integração Disciplinar

Promover a integração disciplinar na escola e, em particular, a interdisciplinaridade não é uma tarefa simples. São muitos os obstáculos, dentre eles, a organização dos tempos e espaços escolares, a formação específica e fragmentada dos professores e a falta de material didático que atenda a perspectiva interdisciplinar. Quando se propõe a fazer um trabalho interdisciplinar, a sistematização do conhecimento matemático pode ser um dos maiores desafios para o professor.

A dificuldade com a sistematização encontra-se no fato de que, dadas as variedades de práticas pedagógicas interdisciplinares organizadas ou não em projetos nas escolas, o conhecimento matemático que pode emergir dessas práticas vai requerer formas também diferenciadas de sistematização. Se continuarmos presos à sistematização nos moldes do conhecimento científico, correremos o risco de desprezarmos importantes conhecimentos matemáticos escolares produzidos pelos alunos ou cairmos no esvaziamento de conteúdo, tão temido pelos professores de matemática.

Em relação ao conhecimento matemático escolar, o processo de sistematização ou organização do conhecimento matemático consiste em dispor “partes” ou “elementos”

⁶ segundo Skovsmose(2001), a comunicação em sala de aula, assim como a efetiva filosofia da matemática vigente, está relacionada com o que denomina paisagem de discussão, ou seja, uma comunicação que não é baseada no verdadeiro-falso e num absolutismo matemático. Sugere que o trabalho com projetos pode propiciar diferentes ambientes de aprendizagem tornando possível aos alunos produzirem diferentes significados para as atividades, não se limitando aos conceitos.

desse conhecimento numa forma que vai sendo gradualmente estruturada. Esse processo gradativo pode chegar, eventualmente, até à formalização do conhecimento na forma de um sistema minimamente estruturado, aproximando-se de um sistema axiomático-dedutivo. Segundo Freudenthal(1973), para essa sistematização faz-se escolhas, por exemplo: o que será definido e o que derivará dessa definição, o que é particular, o que é geral, o que vai fundamentar o quê e qual generalização se pode fazer. Assim, por sucessivos processos de organização cada vez mais abrangentes, vai-se construindo um corpo de conhecimentos matemáticos de natureza axiomática. Por exemplo, ao estudar as figuras planas, o aluno vai construindo classificações mais gerais, identificando o grupo dos polígonos; dentro desse grupo vai organizando subgrupos, tais como: dos quadriláteros, dos triângulos; vai percebendo que todo quadrado é um retângulo e também um losângulo, mas nem todo losângulo é um quadrado, que a soma dos ângulos internos de um triângulo é sempre 180° , independente do tipo de triângulo. Ou seja, vai construindo, teoricamente, o conhecimento a partir de generalizações, enunciados de conjecturas, utilização de uma simbologia para representar suas conjecturas e os resultados encontrados, de classificação, ordenação, dando uma certa organicidade aos conceitos que foram aparecendo desordenadamente. Nesse esforço de organização, vai se construindo ou atribuindo significados comuns aos elementos a serem organizados. Quando o aluno, conclui que num triângulo cada lado é sempre menor que a soma dos outros dois, o faz porque consegue extrair um significado comum a todos os triângulos com os quais teve experiências, levando-o a atribuir um significado mais amplo aos triângulos e não mais àquele triângulo em particular que estava lidando no momento da resolução de um problema. Esses são momentos de sistematização do conhecimento matemático escolar. É claro que no meio escolar de nível elementar não se pensa numa construção axiomática, como se entende no campo científico.

Na pesquisa que realizei no mestrado(Tomaz,2002), a sistematização do conhecimento matemático configurou-se em dois processos. Um deles se dá por organização local configurando-se como um processo que ocorre dentro da própria Matemática e que evolui de uma organização local para, eventualmente, chegar a uma organização global. A organização local, para Freudenthal(1973), assemelha-se a um movimento em espiral que se inicia com a exploração do conceito, levando a um acúmulo de experiências matemáticas que demandarão uma organização, em geral, através de meios matemáticos. Um outro processo de sistematização, presente em práticas pedagógicas que buscam a integração disciplinar por meio de projetos, apresentava

características diferentes do processo descrito por Freudenthal(1973). Na referida pesquisa, o denominei processo de sistematização por *organização local integrada* (Tomaz,2002,p.24) e ocorre por meios matemáticos e não-matemáticos. Nesse processo parte-se de um nível micro de organização disciplinar, envolvendo conhecimentos das várias áreas ou disciplinas que circundam o projeto em andamento, e pode contribuir para uma mudança na base teórica dos conceitos oriundos das diferentes áreas, pois parece dar oportunidade ao sujeito de criar *novos significados*⁷ sobre o assunto em estudo, integrando os significados já construídos das áreas ou disciplinas que participam do trabalho com o projeto. Sob esse aspecto, essa forma de sistematização constituiu-se um conhecimento interdisciplinar (Pombo, 1994). Minha hipótese é que este conhecimento seria composto de conceitos que carregam *significados* das áreas ou disciplinas que envolvem o projeto e dos contextos teóricos e/ou práticos onde estejam inseridos. Suponho também que um conceito, que poderia ser originalmente identificado como matemático, ao ser recontextualizado⁸ no projeto, pode se apresentar como um conceito “supramatemático”⁹(Tomaz,2002), dados os *novos significados* que adquiriu. Até o momento, descrevo o conceito “supramatemático”, como aquele que seria fruto de um processo de sistematização por *organização local integrada*, que agregaria naquele contexto à identidade inicial na matemática escolar os significados das outras disciplinas ou contextos envolvidos e se apresentaria com uma nova identidade, a partir da recontextualização dos conceitos conhecidos mediante um processo de trocas coletivas, passando a constituir-se parte conceitual de um conhecimento escolar interdisciplinar.

O professor que vai trabalhar numa perspectiva interdisciplinar terá que perceber, criar ou validar novas formas de sistematização das quais não teve experiência em sua formação, pois, em sua maioria, os professores de matemática têm formação específica nessa área, trazendo para sua prática a referência de sistematização apenas por meios matemáticos, como descreve Freudenthal(1973).

⁷ Ao falar de significados nos referimos aos “conjuntos de coisas que se diz a respeito de um objeto”(Lins,1997,p.145)

⁸ Para Cadzen(1988), citado por Moysés(1997), recontextualização seria o alargamento que o professor faz do conhecimento que o aluno já possui, dando novos significados a conceitos já existentes.

⁹ A idéia não é de um conceito superior ao conceito matemático, mas de um conceito que vai sendo construído a partir de metacognição, proporcionada pela experiência interdisciplinar ou pelo contexto do problema em estudo. É um conceito situado e que a cada contexto, pode se apresentar com características diferentes. Quando os triângulos são estudados numa situação-problema, cujo contexto é o formato das moléculas, por exemplo, o conceito de triângulos vai se organizar levando em consideração também os significados presentes na função e conceituação das moléculas. Portanto, não se constrói apenas por meios matemáticos.

Outro problema, é a concentração de iniciativas interdisciplinares organizadas em torno do eixo tematização, muitas vezes sem foco em conteúdos conceituais originários das disciplinas do currículo. Iniciativas organizadas dessa forma podem tornar a experiência apenas um momento de ilustração da Matemática, contribuindo muito pouco para a formação matemática do aluno. O maior potencial de sistematização de conhecimento matemático nas experiências observadas com projetos na pesquisa realizada, foi com na realização de um projeto que propunha a integração em torno da matemática, tendo esta como núcleo disciplinar.

Ao organizar atividades de integração disciplinar como projetos dá-se liberdade para o aluno buscar informações e trabalhá-las segundo seus propósitos, podendo oferecer-lhe como ponto de partida suas próprias experiências de aprendizagem para compreender e construir significados para as novas informações a que tem acesso, possibilitando a esse tomar iniciativa de sistematizar o conhecimento matemático.

Mesmo se constituindo um desafio, a pesquisa que venho realizando, tem mostrado que, quando se pretende romper com a fragmentação oriunda da lógica disciplinar, abre-se um leque de possibilidades de sistematização do conhecimento matemático que devem ser consideradas em diferentes momentos do trabalho. Mostrou também que as práticas interdisciplinares, que se concretizam nas escolas sob a forma de projetos, possibilitam iniciativas de sistematização do conhecimento matemático pelo aluno, que nem sempre são percebidas ou acompanhadas pelo professor. Essas iniciativas, se traduzem em momentos de produção de um novo conhecimento matemático escolar, que a exemplo do que ocorreu na história da matemática, surgem dentro ou fora da matemática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FAZENDA, I. (org). *Práticas Interdisciplinares na Escola*. 7^a ed. São Paulo: Cortez, 2001.
- FREUDENTHAL, H. *Mathematics as an educational task*. Dordrecht-Holland: D. Reidel Publishing Company, 1973.
- HERNÁNDEZ, F., VENTURA, M. *A organização do currículo por projetos de trabalho. O conhecimento é um caleidoscópio*. Trad. Jussara Haubert Rodrigues. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

- HERNÁNDEZ, F. *Transgressão e mudança na educação . Os projetos de trabalho*. Trad. Jussara Haubert Rodrigues. Porto Alegre: ArtMed, 1998.
- LINS, R.C.; GIMENEZ, J. *Perspectivas em Aritmética e Álgebra para o século XXI*. 4ª ed. Campinas, SP: Papirus, 1997 (Perspectivas em educação matemática)
- LOPES, C.A.E. (org.). *Matemática em projetos: uma possibilidade!* Campinas, SP: Graf.FE/UNICAMP; CEMPEM, 2003
- MOYSÉS, L. *Aplicações de Vygotsky à Educação Matemática*. 3ª edição. Campinas, SP: Papirus, 1997. (Coleção Magistério: Formação e Trabalho Pedagógico)
- NICOLESCU, B. Um Novo Tipo de Conhecimento – Transdisciplinaridade. In: *Educação e Transdisciplinaridade*. Brasília: UNESCO, 2000, p. 13-29.
- POMBO, O., GUIMARÃES, H. M, LEVY, T. *A interdisciplinaridade. Reflexão e Experiência*. 2ª ed. Lisboa: Texto Editora, 1994.
- SANTOMÉ, J.T. *Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul Ltda, 1998.
- SKOVSMOSE, O. *Towards a Philosophy of Critical Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishes, 1994
- _____. *Educação Matemática Crítica: a questão da democracia*. Campinas: SP, 2001 (Coleção Perspectivas em Educação Matemática)
- TOMAZ, V.S. *A Sistematização do Conhecimento Matemático em Práticas Pedagógicas Inter ou Transdisciplinares ou que se organizem em Projetos*. 2002. 212 p. (Dissertação de Mestrado em Educação)- Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002

MR13 PROCESSOS COGNITIVOS E LINGÜÍSTICOS

Ana Maria da Silveira Bossi*

A educação matemática da criança está na vida e acontece antes da escola. Algumas situações do cotidiano demonstram isso: Quantos anos o nenê vai fazer? Quantas velinhas vai ter o bolo? Mostre com o dedinho? Tá na hora de tomar banho... Tá na hora de comer. Comeu tudo? O prato ficou vazio. Quer mais? quanto você quer? Vou colocar mais. Menos? Vou tirar um pouco... Divida a bala com seu irmão. Dê um pedaço para mim. Quero do mesmo tamanho. Dê a metade para ela... Que dia é hoje? Que horas são? Daqui a pouco...Depois de... Antes de... É muito longe... É muito perto... Vire à direita, para o lado de lá...

Na vida, nos versos que se aprende desde cedo: “Sou pequenina da perna grossa, vestido curto, papai não gosta.” “Uma duas angolinhas...” “A galinha do vizinho, bota ovo amarelinho. Bota um, bota dois...” “Mariana conta um. Um conta Mariana... Mariana conta dois. Dois conta Mariana...” “Si-ri-ri-co-té, si-ri-ri-co-té, eram três neguinhas da Guiné...” “Um dois, feijão com arroz, três, quatro, feijão no prato...” e assim vamos indo.

Chega-se à literatura infantil: “Os três porquinhos”, “Os três ursos da floresta”, “Os dois irmãos”, “Os sete corvos”, “A bota de sete léguas”.

De forma sistemática, a educação matemática começa na pré-escola e o que se vê? Algarismos e seus nomes de 0 a 9 estampados nas paredes e murais, calendários, cartazes de “Quantos somos hoje?”, materiais e jogos pedagógicos...

Para as crianças pequenas, a educação matemática não deve ter caráter esolarizante ou seja, ser ensinada de forma sistemática, com base em exercícios de cópia e repetição mecânica, por meio de métodos empiricistas ou associacionistas. Neste texto, pretende-se que ela seja vista num contexto de construção do pensamento, por meio da ação daquele que aprende, na interação com aquele que ensina, sendo este, responsável

* Professora da Faculdade de Ciências, Educação e Letras da Universidade Vale do Rio Doce – Governador Valadares/MG.

Mestre em Educação pela Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais.

por criar um ambiente aritmetizador, visto aqui como um ambiente em que a matemática esteja presente, tal como se encontra no meio social.

Procura-se estabelecer uma relação entre os processos cognitivos e lingüísticos, que não ocorrem dissociados um do outro. Mas que dependem da interrelação entre linguagem e pensamento para se estruturarem. Serão apresentadas as teorias basilares para a compreensão das relações que se estabelecem entre o pensamento, a linguagem e o desenvolvimento mental, como parte central do trabalho: Piaget, Vygotsky e Bakhtin.

Busca-se, ainda, para compreensão do conhecimento, das estruturas matemáticas, do pensamento operatório, a base teórica em PIAGET (1990), quando este coloca o conhecimento físico, o lógico-matemático e o social, advindos dos quatro fatores determinantes do desenvolvimento mental, como também, suas implicações de ordem teórico-prática: indissociabilidade, origem, natureza, forma de estruturação mental e abordagem pedagógica (ver ANEXO).

Relações entre linguagem, pensamento e desenvolvimento mental.

Em PIAGET (1990), encontra-se a constatação que *“a linguagem não é suficiente para explicar o pensamento”*, pois as raízes deste último, encontra-se na ação e nos mecanismos senso-motores, que ignoram a representação. Ela é adquirida por meio da socialização, possibilitada pelo surgimento da função simbólica ou semiótica, responsável pelo sistema de representação no ser humano.

“...cumpre reconhecer que a linguagem desempenha papel particularmente importante, pois, ao contrário dos outros instrumentos semióticos (imagem, etc.), construídos pelos indivíduos à proporção das necessidades, a linguagem já está toda elaborada socialmente e contém de antemão, para uso dos indivíduos que a aprendem antes de contribuir para seu enriquecimento, um conjunto de instrumentos cognitivos (relações, classificações, etc.) a serviço do pensamento.” (p. 76)

Mas, para ele, *“a linguagem não constitui a origem da lógica, mas, pelo contrário, é estruturada por ela”*(p. 78). Isso, porque, há uma correlação entre o modo de raciocinar e a linguagem empregada: crianças de níveis diferentes no desenvolvimento cognitivo, relatam experiências de forma diferenciada, nas provas operatórias e/ou outras situações propostas.

Em PIAGET (1989), o autor confirma que a linguagem não é a única responsável pelas transformações que ocorrem no desenvolvimento cognitivo, pois ao lado dela, encontram-se outros sistemas de significantes, mais individual, entre eles, na criança pequena, o jogo simbólico. Para o autor é na função simbólica que se deve buscar a origem do pensamento.

“... a linguagem só é uma forma particular da função simbólica (...) o pensamento precede à linguagem e esta se limita a transformá-lo, profundamente, ajudando-o a atingir suas formas de equilíbrio através de uma esquematização mais desenvolvida e de uma abstração mais móvel.” (p. 86)

Quanto às operações realizadas lógicas pelas crianças, para Piaget, por um lado, elas são coordenações entre ações, antes de poderem ser transpostas para uma ação verbal, não sendo a linguagem a causa das formas dessas operações. Por outro lado, afirma que *“a linguagem amplia, indefinidamente, seu poder, conferindo às operações uma mobilidade e uma generalidade que não possuiriam sem ela”* (p. 88).

Para o autor, *“a linguagem é condição necessária, mas não suficiente para a construção das operações lógicas”*. Necessária, para superar a individualidade das operações, por meio das trocas sociais e da cooperação, mas não suficiente para explicá-las. Afirma que entre ambos existe uma ação recíproca:

“Entre a linguagem e o pensamento existe assim, um ciclo genético, de tal modo que um dos dois termos se apóia, necessariamente, sobre o outro, em formação solidária e em perpétua ação recíproca. Mas, ambos dependem, no final das contas, da inteligência, que é anterior à linguagem e independente dela.” (p. 92)

Em VYGOTSKY (1984), encontra-se a afirmação que a relação entre o pensamento e a fala muda ao longo do desenvolvimento do indivíduo, apesar de terem origens diferentes e de se desenvolverem de modo independente. Mas, pensamento e a linguagem se encontram, como resultado da inserção da criança no meio cultural, representando um marco de grande importância:

“A capacitação especificamente humana para a linguagem habilita as crianças a providenciarem instrumentos auxiliares na solução de tarefas difíceis, a superarem a ação impulsiva, a planejarem a solução para um problema antes de sua execução e a controlarem seu próprio comportamento. Signos e palavras constituem para as crianças, acima de tudo, um meio de contato social com outras pessoas. As funções cognitivas e comunicativas da linguagem tornam-se, então, a base de uma forma nova e superior de atividade nas crianças, distinguindo-as dos animais.” (p. 31)

Percebe-se que o autor coloca a linguagem como mediadora da aprendizagem, responsável pelo desenvolvimento mental, na interação entre o sujeito e a cultura. A fala evolui de uma fala exterior, resultado das atividades intersíquicas (no plano social), para uma fala interior (no plano individual), resultante de atividades intrapsíquicas. É no período seguinte, quando se estabelece o diálogo com o adulto ou membros mais maduros que aprende a usar a linguagem como instrumento do pensamento e como forma de comunicação (fala socializada).

Nesse momento, o pensamento torna-se verbal e a fala racional. Utilizando a fala socializada, a criança ainda não faz dela um instrumento do pensamento, que só depois ela terá uma função planejadora. Assim se organiza o modo de agir e pensar.

Em relação à estruturação da linguagem, esses teóricos admitem que ela se dá na interação com o meio social, dependendo, portanto, dos sujeitos socialmente determinados. Ambos admitem a existência de uma inteligência prática, anterior à linguagem e apontam a presença da fala egocêntrica.

Para Piaget, a fala egocêntrica é apenas um momento pelo qual a criança passa, no processo de desenvolvimento. Por ser centrada em si mesma, a criança fala consigo mesma e assim organiza o seu pensamento. Nesse sentido, com sua evolução mental, a criança dispõe de instrumentos intelectuais que possibilitam a descentração e, portanto, torna-se capaz de incluir a fala do outro na sua própria.

Vygotsky, por sua vez, coloca que a criança fala consigo mesma por internalizar a linguagem presente na cultura, por meio da interação social. Assim, ela estrutura o seu

próprio pensamento e adquire a sua própria linguagem, que torna possível a generalização e a abstração, expressão do seu desenvolvimento mental.

Tomando-se como referência um outro teórico, BAKHTIN (1988) e sua teoria da enunciação ou da interação verbal, compreende-se a origem social da palavra. O autor afirma que:

“Na realidade, toda palavra comporta *duas faces*. Ela é determinada tanto pelo fato de que procede *de* alguém, como pelo fato de que se dirige *para* alguém. Ela constitui justamente o *produto da interação do locutor e do ouvinte*. (...) A palavra é uma espécie de ponte lançada entre mim e os outros. Se ela se apóia sobre mim numa extremidade, na outra apóia-se sobre o meu interlocutor. A palavra é o território comum do locutor e do interlocutor.”(p. 113)

Em sua teoria, pode-se perceber que o autor considera tanto o que fala ou enuncia, quanto o que ouve, não importa de onde partiu a enunciação, pois o que importa é a interação que se estabelece, o diálogo no sentido amplo da palavra, visto como forma privilegiada de interação verbal. Afirma, ainda, que “a interação acontece em toda situação de comunicação verbal” entre sujeitos situados socialmente. Para BAKHTIN (1988):

“O diálogo, no sentido estrito do termo, não constitui senão uma das formas, é verdade que das mais importantes, da interação verbal. Mas pode-se compreender a palavra “diálogo” num sentido amplo, isto é, não apenas como a comunicação em voz alta, de pessoas colocadas face a face, mas toda comunicação verbal, de qualquer tipo que seja.” (p. 123)

Para o autor, “*toda compreensão é dialógica por natureza*”, não existindo a palavra sem a contra-palavra, pois a enunciação é uma corrente contínua e ininterrupta, ou seja, a palavra remete à palavra. Nesse sentido, quando a criança fala consigo mesma, ela estabelece um diálogo interno, faz surgir a contra-palavra que é o seu discurso interior.

“Aquele que apreende a enunciação de outrem não é um ser mudo, privado de palavras, mas ao contrário um ser cheio de palavras interiores. Toda a sua atividade mental

é mediatizado para ele pelo discurso interior e é por aí que se opera a junção com o discurso apreendido do exterior. A palavra vai à palavra.”(p. 147)

Portanto, em Bakhtin, fica claro que a interação verbal é uma condição para o desenvolvimento mental e que sua origem encontra-se, sem nenhuma dúvida, no meio social:

“A situação social mais imediata e o meio social mais amplo determinam completamente e, por assim dizer, a partir do seu próprio interior, a estrutura da enunciação.”(p. 113)

Para ele, o centro organizador de toda enunciação, de toda expressão, não é o interior, mas o exterior e está situado no meio social que envolve o indivíduo. Afirma com decisão, que:

“...o centro organizador e formador não se situa no interior, mas no exterior. Não é a atividade mental que organiza a expressão, mas, ao contrário, é a expressão que organiza a atividade mental, que a modela e organiza.”(p. 112)

Percebe-se, de imediato que os autores apresentados, divergem em afirmações fundamentais, se descontextualizadas do conjunto de sua obra. No entanto, todos consideram a importância da interrelação pensamento-linguagem para o desenvolvimento mental. A tal ponto de um não existir sem o outro, na medida que avançam os processos cognitivos.

Mas, ao se trabalhar com a criança, que tipo de intervenção deve realizada pela professora? Na Faculdade, em uma das salas de aula estava exposto um cartaz que apresentava uma visão distorcida da teoria piagetiana. Dizia, referindo-se à noção de conservação das quantidades contínuas - líquido, com desenhos representando um copo alto e fino e um outro baixo e largo, parecendo que havia mais quantidade de água no primeiro copo: “Se você reparar bem, vai ver que os dois copos têm o mesmo tanto de água.”

Não. Se a criança reparar bem, vai ver que a quantidade se mostra diferente mesmo! A intervenção deve ajudar a criança a ultrapassar a lógica das aparências e não se prender a ela! Propor, então: “Como você pode saber se tem o mesmo tanto de água nos dois copos” E dependerá do que ela responder, para se saber em que nível de construção do pensamento operatório ela se encontra. O que ela disser, evidenciará o seu desenvolvimento cognitivo!

Numa abordagem piagetiana, a intervenção deve partir do professor, que “deve reunir duas qualidades, freqüentemente incompatíveis: saber observar e, ao mesmo tempo saber procurar algo preciso”. Segundo o autor, é preciso ouvir, mais que falar, ter uma escuta ativa, sobretudo quando se é professor, pois ou bem se sugere às crianças tudo aquilo que se deseja encontrar ou nada se sugere, mas porque nada se procura e assim, também, nada se encontra. Entre as possíveis intervenções encontram-se: observar, comparar, contrapor, explicar, justificar.

Em relação à teoria de Vygotsky, o ponto de atuação do professor é a zona de desenvolvimento proximal, para que, partindo das conquistas já efetivadas pela criança, (nível de desenvolvimento real) ela possa chegar a realizar com a ajuda do outro (adulto ou colega mais maduro) aquilo que não consegue realizar por si só (nível de desenvolvimento potencial). Nesse sentido, a zona de desenvolvimento proximal é, portanto, a distância entre aquilo que a criança sabe fazer de forma autônoma e aquilo que ela realiza com a colaboração de outras pessoas que já sabem fazê-lo autonomamente.

Dessa forma, pode-se compreender que cabe ao professor ajudar os alunos a pensar juntos e tirar mais proveito do diálogo e do raciocínio, pois a fala é o melhor instrumento para se refletir em grupo e desenvolver o raciocínio individual. Compete a ele, criar um contexto de investigação, colocando os *comos* e os *porquês*, para estimulá-los à reflexão: compartilhar informações, embasar opiniões, aceitar desafios, estimular a participação de todo o grupo de tal forma que se sintam livres para perguntar e mudar de idéia.

Na teoria de Bakhtin, a compreensão de um enunciado implica um processo em que outros enunciados entram em contato e se confrontam. Nesse sentido, entre as vozes que se fazem presentes, deve estar a do aluno que aprende. A contrapalavra surge, pois, do conjunto de palavras do ouvinte, que apresenta como resposta ao enunciado que está em

via de compreender, procedente de uma esfera dada, vista como um argumento para enfrentar, sucessivamente, contra-argumentos de outros, de outras vozes. No *discurso interior* encontra-se a essência da recepção ativa da enunciação do outro (*discurso de outrem*), em busca de uma apreensão significativa do que é enunciado, no caso do aluno na escola, pelo professor e colegas.

Importante lembrar que para Bakhtin “a enunciação é o produto da interação de dois indivíduos socialmente organizados”. Para ele não pode haver locutor abstrato e a palavra dirigida ao outro, variará se se tratar de uma pessoa do mesmo grupo social ou não, se for inferior ou superior na hierarquia social, se estiver ligada ao locutor por laços sociais mais ou menos estreitos. Portanto, compete ao professor mediar a intervenção pedagógica, por estar hierarquicamente, na escola, em posição privilegiada para realizá-la.

São, pois, distintas as referências teóricas apresentadas, mas todas subsidiam o professor em seu trabalho, se ele compreende que os processos cognitivos e os lingüísticos exercem um sobre o outro, uma influência recíproca e que o desenvolvimento mental se dá na interação dinâmica desses processos, quer se defenda que ele seja determinado de fora para dentro, quer se argumente que ele acontece de dentro para fora.

Assim, processos cognitivos e lingüísticos são indissociáveis. Ajudar a criança a se desenvolver cognitivamente, significa permitir, oportunizar, possibilitar e promover a sua interação verbal, seja oral, seja escrita. Falar do seu jeito, mas falar! Escrever do seu jeito, mas escrever! Falar sobre tudo o que percebe e, sobretudo, sobre o que pensa. Atribuir significados novos ao que já lhe está posto pelo meio social e cultural. No caso deste trabalho, reinventar a matemática.

Referências Bibliográficas

BAKHTIN, Mikhail. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. São Paulo: Huicitec, 1988.

PIAGET, Jean. **Seis estudos de Psicologia**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1989.

PIAGET, Jean; INHELDER, Barbel. **Psicologia da criança**. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 1990.

VYGOTSKY. L. S. **Pensamento e linguagem.** São Paulo: Martins Fontes, 1993.

VYGOTSKY. L. S. **A Formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1984.

MR13 PROCESSOS COGNITIVOS E LINGÜÍSTICOS

LINGUAGEM E INTERAÇÕES SOCIAIS NA SALA DE AULA E A CONSTRUÇÃO DO SIGNIFICADO DE DEMONSTRAÇÃO PELOS ALUNOS¹

Maria Manuela Martins Soares David²

A pesquisa que venho desenvolvendo há alguns anos tem simultaneamente uma dimensão prática e também uma dimensão teórica. Por um lado, pretende dar apoio aos professores que querem criar em suas aulas um ambiente que favoreça o desenvolvimento do pensamento matemático dos alunos e, por outro lado, pretende investigar como se dá a aprendizagem matemática dos alunos em sala de aula.

O objetivo deste texto é propor uma forma de interpretar as interações verbais em uma sala de aula de matemática que dê conta de clarificar como os alunos desenvolvem o significado e a competência de fazerem uma demonstração matemática. Paralelamente, ela nos permite elaborar uma melhor compreensão sobre o papel do professor nos processos cognitivos vividos pelos alunos.

Quadro teórico e objetivos

Nós, bem como um grande número de educadores matemáticos desde longa data, estamos interessados em discutir e investigar as salas de aula de matemática que promovem a compreensão e o pensamento matemático dos alunos (Fennema & Romberg, 1999, Burton, 1999, Lampert & Blunk, 1998, Jaworski, 1994, Yackel & Cobb, 1996, etc.).

¹ Uma versão preliminar de parte da discussão que será aqui retomada foi apresentada no 27 ° Encontro do PME (Blanton, M., Stylianou, D. & David, M. The nature of scaffolding in undergraduate students' transition to mathematical proof. *Proceedings of the 27th Annual Meeting of PME*, Hawaii, July, 2003.) Este trabalho recebeu apoio parcial da CAPES, na forma de uma bolsa de pós-doutorado.

² DMTE/FAE/UFMG

Independentemente da extrema relevância de se estudar as interações alunos-alunos como forma de se criarem zonas de desenvolvimento proximal colaborativas em pequenos grupos (Goos, Gailbraith & Renshaw, 2002) e como forma de facilitar a aprendizagem da matemática em termos mais gerais (Good, Mulryan & McCaslin, 1992), o nosso trabalho tem centrado sua atenção nas interações professor-alunos e professor-turma (tomada como um todo). Isto, por um lado, pressupõe a existência de uma zona de desenvolvimento proximal coletiva ou pública (Wells, 1999), isto é, pressupõe a possibilidade de falarmos do desenvolvimento cognitivo de um grupo/turma de alunos tomado como um todo. Por outro lado, pressupõe também que estamos atribuindo ao professor um papel diferente do dos alunos nessas interações. Com efeito, nas salas de aula que temos observado, o(a) professor(a) desempenha com frequência o papel de *mais conhecedor(a)*³ (Vygotsky, 1962), assumindo um discurso de autoridade (Wertsch, 1991) em diversos momentos da discussão e a nossa pesquisa, tal como o estudo de Goos, Galbraith & Renshaw (1999), pretende precisamente enfatizar o papel essencial do professor na comunidade de prática da sala de aula, “como aquele que é o facilitador de um debate matemático vigoroso e simultaneamente garante que os argumentos substantivos dos alunos sejam confrontados com o conhecimento disciplinar” (Goos, Galbraith & Renshaw, 1999, p. 40).

Matemáticos e educadores matemáticos concordam, em termos gerais, sobre a necessidade e importância de os alunos desenvolverem, em algum momento da sua vida escolar, a compreensão de conceitos relacionados com a prova matemática bem como a capacidade de ler e escrever demonstrações. No entanto, as perspectivas sobre o como o conhecimento se desenvolve podem ser as mais variadas. A nossa perspectiva está fundamentada numa concepção de conhecimento como uma construção histórica e social que não pode ser compreendida fora do contexto social em que ocorre (Vygotsky, 1962). Dentro dessa perspectiva sociocultural do conhecimento, tem sido muito enfatizado na literatura o papel mediador da linguagem e do discurso para o desenvolvimento.

Assim, a noção de conhecimento socialmente construído, o ato social do discurso como um instrumento psicológico de desenvolvimento e a enunciação como unidade de análise constituem a base teórica em que assenta o estudo sobre o desenvolvimento da

³ “more knowing other”

compreensão da demonstração matemática pelos alunos de um curso de graduação, estudo esse que nos tem servido para aprofundar tanto a dimensão prática como teórica do nosso trabalho. Em particular, essas noções sugerem que a habilidade para compreender e construir provas em matemática é um processo complexo, definido de forma única pelo contexto social em que se dá a aprendizagem, e que o discurso que ocupa esse contexto social é um elemento chave para construir a história desse processo, através de uma análise que trata a enunciação como “a *unidade real* de comunicação discursiva” (Bakhtin, 1986, p. 71)

Dois conceitos que estão em consonância com o quadro teórico que nos serviu de referência, segundo o qual a construção do conhecimento é um processo essencialmente social (Luria, 1990; Vygotsky, 1962, 1996) e o fazer matemática e pensar matematicamente é uma prática social (Stein, Silver & Smith, 1998), nomeadamente o conceito de *zona de desenvolvimento proximal* (Vygotsky, 1978, 1962) e o conceito de *cognição pública ou coletiva* (Wells, 1999), facilitaram a análise dos nossos dados. O conceito de cognição pública ou coletiva mostra-se muito rico para a nossa análise porque nos permite acompanhar e discutir a evolução da compreensão do significado da demonstração matemática na turma como um todo, em vez de fazer um acompanhamento individual de cada aluno, acompanhamento individual esse que se havia procurado fazer anteriormente mas que se mostrou pouco produtivo, pela dificuldade de identificar avanços cognitivos significativos no nível individual em situação de sala de aula. O conceito de zona de desenvolvimento proximal (ZDP) dirige nossa atenção para aquilo que os alunos conseguem fazer com a ajuda de outras pessoas mas não conseguem fazer sozinhos, considerando que esse é o campo privilegiado para contribuir para o desenvolvimento cognitivo do aluno. Com efeito, se as intervenções de um professor forem dirigidas à *zona de desenvolvimento atual* dos alunos (Vygotsky, 1978, 1962), isto é, àquilo que eles já dão conta de fazer sozinhos, elas não irão contribuir para o desenvolvimento do conhecimento do aluno naquele momento, uma vez que ele já domina esse conhecimento. Também as intervenções do professor que estão num nível que vai além da zona de desenvolvimento proximal dos alunos (ZDP), por estarem totalmente fora da sua capacidade de compreensão naquele momento, acabam não surtindo qualquer efeito. Restam-nos, portanto, como únicas intervenções do professor que podem surtir algum efeito do ponto de vista de contribuir

para o desenvolvimento do pensamento matemático dos alunos aquelas que estão no mesmo nível da ZDP dos alunos naquele momento.

Considerando que só poderão provocar desenvolvimento cognitivo aquelas interações professor-alunos e alunos-alunos que estão dentro da ZDP dos alunos num determinado momento, os principais objetivos da nossa investigação passaram a ser: a) identificar avanços significativos na ZDP dos alunos relativos à compreensão das demonstrações matemáticas; b) relacionar esses avanços com intervenções do professor e/ou de colegas que para elas possam ter contribuído.

Dada a impossibilidade de, como observadores da sala de aula, termos um acesso “direto” e completo ao conhecimento dos alunos, nosso objetivo não será descrever exaustivamente a ZPD dos alunos naquele momento mas apenas identificar situações em que houve um avanço que consideramos significativo em termos da compreensão das demonstrações. Esses momentos estarão sendo considerados como “evidência” de que houve uma intervenção no nível da ZDP dos alunos que resultou em desenvolvimento.

O estudo realizado

Coletamos dados ao longo de um ano, em duas turmas de graduação de uma disciplina de Matemática Discreta onde se procurava enfatizar a argumentação e a prova matemática. Os alunos participantes do estudo eram alunos de graduação em matemática, computação e engenharia computacional. O programa da disciplina, determinado pelo Departamento de Matemática, era baseado num livro bastante tradicional, que exige demonstrações. O nosso objetivo era descrever cuidadosamente *como* as interações em sala de aula mediavam o desenvolvimento coletivo, ou público, da capacidade de os alunos demonstrarem resultados matemáticos.

As aulas foram filmadas em vídeo e algumas discussões em pequenos grupos foram gravadas em áudio. Alguns episódios foram selecionados pela equipe de pesquisa para transcrição e análise. Além disso, os alunos fizeram pre- e pós-testes que foram analisados para identificar a generalidade, forma e consistência dos argumentos dos alunos e foram tomados como evidência de modificações da capacidade de pensamento auto-reguladora

(Blanton & Stylianou, 2002). Finalmente, as demonstrações individuais escritas pelos alunos foram recolhidas a cada duas semanas. Os dados que vamos mencionar foram coletados na quarta semana do primeiro semestre do curso e referem-se a um episódio de sala de aula, de 90 minutos de duração, em que o objetivo era demonstrar que v_2 é irracional. Esse episódio foi escolhido pelo seu potencial clarificador e explicativo e não para servir como exemplo de prática ideal em sala de aula.

A professora dessas turmas era uma das autoras. Ela procurava criar nos alunos o hábito de explicarem o seu pensamento e de procurarem dar sentido e questionarem as explicações e justificativas uns dos outros. Uma aula típica começava com um problema trazido pela professora que era seguido de discussão em pequenos grupos alternando com a discussão do pensamento dos alunos na turma como um todo. Os alunos eram encorajados a fazer perguntas uns aos outros e a ajudar-se mutuamente a esclarecer conceitos e problemas.

Assim que começamos a analisar o discurso de sala de aula, logo se tornou claro que a maior parte das enunciações do professor eram bem diferentes das dos alunos, já que elas eram geradas por uma voz de autoridade. Então, não seria possível analisar nossos dados como se se tratasse de uma discussão de grupo, entre colegas, mas deveríamos levar em consideração as diferentes intencionalidades por detrás de cada enunciação. Isto nos levou a pensar, primeiro, nas enunciações da professora, buscando identificar aquelas que melhor evidenciavam sua intenção de aprofundar o conhecimento dos alunos e como elas ampliavam o desenvolvimento dos alunos dentro da ZDP. Mas a fala da professora não acontecia de forma isolada, ela fazia parte de uma discussão maior, influenciada pelas contribuições e reações dos alunos. Assim, passamos a procurar perceber a interdependência mútua entre as enunciações da professora e dos alunos.

Baseamos o referencial de análise para as enunciações da professora no trabalho de Kruger (1993) e de Goos, Galbraith and Renshaw (2002) mas, como eles fizeram seus estudos com base na análise das interações em pequenos grupos, de colegas, foi necessário adaptar esse trabalho de tal forma a que pudesse dar conta da especificidade das enunciações da professora também.

A nossa análise indicou que as enunciações da professora podiam ser categorizadas da seguinte forma:

(a) *incitamento transativo* (transactive prompt) – a enunciação do professor pretende promover o raciocínio *transativo* nos alunos (Kruger, 1993). Incluímos aqui todas as solicitações diretas feitas pelo professor de críticas, explicações, justificativas, esclarecimentos, elaboração de idéias e estratégias, em que a principal intenção do professor é promover o diálogo dos alunos de forma *transativa*. Estas enunciações têm a forma de perguntas que requerem uma resposta imediata dos alunos e a professora faz uso delas quer para iniciar uma discussão quer para re-direcionar uma discussão que já está posta. No excerto a seguir, retirado do episódio da demonstração de que v_2 é irracional, exemplificamos esse tipo de enunciação. Os alunos estavam investigando a suposição de que $2q^2 = p^2$

4⁴ DE: Isto falha para números ímpares.

5 Prof: Isto falha para números ímpares.

6 Prof: O que você quer dizer?

(*incitamento transativo –
solicitação de elaboração*)

7 DE: (...) Se p for ímpar, então p^2 vai ser ímpar.

8 Prof: OK, espera um segundo.

9 Prof: Vocês (falando para a turma) compram isso?

(*incitamento transativo –
solicitação de crítica*)

10 Aluno não identificado: É verdade.

11 Prof: Porque isso é verdade?

(*incitamento transativo –
solicitação de justificativa*)

(b) enunciações *transativas* (transactive utterances) - são aquelas em que o professor pede ao aluno para criticar, explicar, justificar, esclarecer ou elaborar o seu próprio raciocínio ou o raciocínio de outrem, *com o objetivo de entender melhor o pensamento do*

⁴ Os números no texto correspondem aos números das linhas na transcrição original da aula. O sinal [...] indica omissão de linhas do protocolo original.

aluno. São diferentes das anteriores porque o objetivo do professor não é o de levar o aluno a participar de uma determinada estrutura de diálogo, mas é simplesmente o de entender melhor o que o aluno falou, como se ilustra no excerto a seguir:

28 DK: $2q^2$, o 2 sendo apenas um escalar [vezes] q^2 . Então se apenas temporariamente esquecermos que está lá. Temporariamente. Bom, vamos ver que $q^2 = p^2$. Bom, como pode alguma coisa ao quadrado igualar a mesma coisa ao quadrado multiplicada por um escalar?

29 S: Não entendi.

30 DK: Tudo bem, pega o exemplo...

31 Prof: Então você está querendo dizer como que pode ser isso porque você tem um escalar vezes p^2 , ou vezes q^2 ? Então você está dizendo como que pode ser isso?

(*enunciação transativa – esclarecimento*)

(c) enunciações *facilitadoras* (facilitative utterances) – estes são os casos em que o professor revozeia ou confirma as idéias dos alunos, ou procura estruturar a discussão em sala. Ao revozear e confirmar, o professor pode repetir ou re-frasear a enunciação de um aluno, dando-lhe assim autoridade e confiança para que prossiga na mesma direção. Estruturar, envolve resumir uma discussão, pausar a conversação, ou re-direcionar idéias e argumentos. Fazendo uso de enunciações facilitadoras, o professor partilha a responsabilidade da ação proposta através da aprovação tácita, enquanto que os incitamentos transativos indicam uma transferência de responsabilidade para a construção da demonstração, do professor para os alunos. Uma outra diferença entre esses dois tipos de enunciações é que, enquanto faz um incitamento transativo, o professor pode re-direcionar a discussão em sala solicitando aos alunos que complementem ou alterem o seu raciocínio, e com as enunciações facilitadoras o professor tem um papel mais passivo ou de menor interferência. No excerto a seguir exemplifica-se esse tipo de enunciação:

12 A: Poderíamos provar que um ímpar multiplicado por um ímpar é um ímpar.

13 Prof: É, poderíamos fazer algo assim. Isso certamente funcionaria.

(*facilitadora – confirmação*)

[...]

15 DK: Nós já sabemos que 2 vezes qualquer inteiro vai ser de qualquer modo um número par.

16 J: Era o que eu ia dizer. O lado esquerdo ($2p^2$) é sempre par.

17 Prof: OK, então temos aqui alguma coisa ($2p^2$) que vai ser sempre par.

(facilitadora – revozeando)

(d) enunciações *diretivas* (directive utterances) – são aquelas que fornecem aos alunos um *feedback* imediato sobre algum aspecto do seu argumento ou uma informação que os ajude a resolver um problema. Com as enunciações diretivas o professor segue a sua própria linha de pensamento em vez de procurar levar os alunos, através de questionamentos, a desenvolverem eles mesmos um determinado raciocínio. Por exemplo:

2 Prof: Uma vez que estamos a fazer uma demonstração por absurdo, precisamos encontrar alguma falha aqui.

(e) enunciações *didáticas* (didactive utterances) – estas são as enunciações do professor sobre a natureza do conhecimento (matemático). Os alunos podem não ser participantes óbvios da conversação e as idéias do professor não estão em negociação. Esses são momentos em que o professor atua como *comentador* (Rittenhouse, 1998) na discussão.

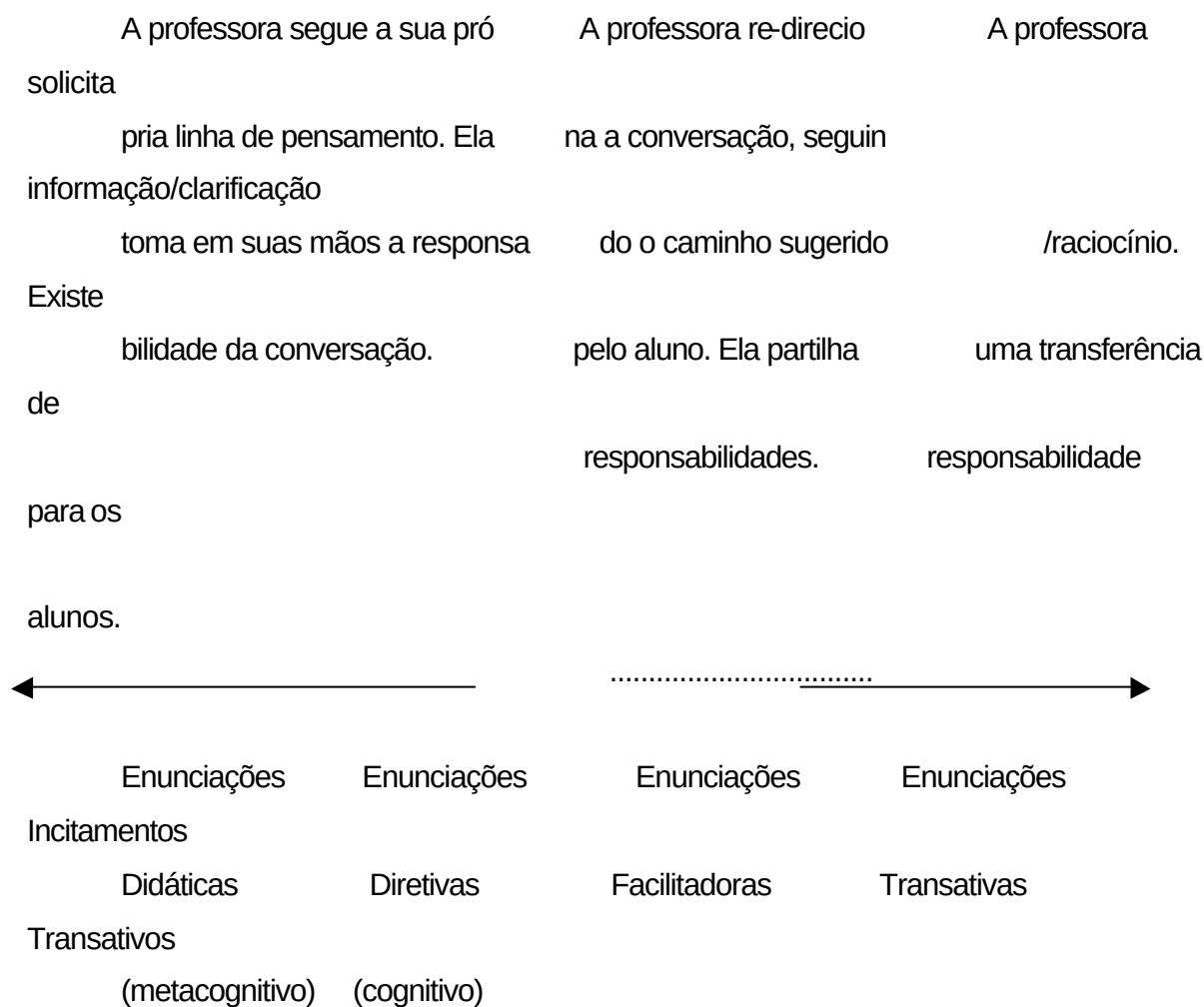
33 Prof: Bom, então na sua intuição você pode dizer que isso nunca pode acontecer, mas matematicamente você precisa dizer porque isso nunca pode acontecer. Então eu concordo. Sem dúvida parece intuitivamente (ser verdade).

O diagrama abaixo procura resumir algumas características das enunciações da professora:

UNIVOCAL

(não definida claramente)

DIALÓGICA



As enunciações da professora foram, em sua maioria, de natureza facilitadora e transativa. Uma análise mais detalhada deste episódio mostra que depois da professora colocar um problema inicial, ela abre a discussão para os alunos e segue um padrão de enunciações alternadamente facilitadoras e transativas em resposta aos comentários dos alunos. Quando um aluno oferece uma sugestão ou divide seus pensamentos com a turma, a professora fornece uma resposta facilitadora (na maior parte das vezes ajudando a estruturar a conversação) seguida de um incitamento transativo para a turma dar sequência ao comentário do aluno. Quando outro (ou o mesmo) aluno responde, ela novamente contribui para a discussão com novos pares de enunciações facilitadoras/transativas, formando uma espiral para a qual vai contribuindo um número cada vez maior de alunos. As enunciações didáticas e diretivas apareceram relativamente com pouca frequência, embora algumas delas

tenham sido intervenções bastante longas por parte da professora que, no entanto, não inibiram os alunos de espontaneamente dar continuidade a algumas delas.

Para determinar até que ponto e de que formas essas enunciações da professora estavam contribuindo para o desenvolvimento do pensamento dos alunos tornou-se necessário definir o que poderia ser tomado como evidência de que houve algum tipo de acesso à ZDP dos alunos. Como ponto de partida, voltamos ao trabalho de Kruger (1993) e de Goos, Galbraith and Renshaw (2002) e desenvolvemos a partir daí uma classificação mais abrangente das enunciações dos alunos.

Passamos, assim, a considerar cinco formas de enunciações dos alunos que contaram como evidência de que houve acesso e/ou desenvolvimento da ZDP:

- (a) Proposição de uma idéia nova, relevante para a discussão em pauta.
- (b) Proposição de um plano ou estratégia nova para realizar a demonstração.

(c) Contribuição para, ou desenvolvimento de uma idéia. Este tipo de enunciação soma-se a idéias ou planos já existentes e muitas vezes é feito por outros alunos e não por aquele(a) que deu a idéia inicial. Estes três primeiros tipos de enunciações foram classificados como sendo de natureza essencialmente cognitiva.

(d) Apreciação, crítica ou avaliação de uma idéia. Apesar da maior parte dessas enunciações ter sido feita em resposta a um incitamento transativo de elaboração, justificativa ou crítica, elas foram entendidas como sendo de natureza metacognitiva.

(e) Perguntas *transativas*. Semelhantes às da professora, como solicitações de esclarecimento e elaboração, dos alunos para os seus pares.

A seguir, a título de exemplo, apresenta-se a codificação de um excerto da aula onde se verifica como as enunciações do professor vão abrindo caminho para o desenvolvimento do pensamento dos alunos:

- 11 Prof: Porque isso é verdade ($2q^2 = p^2$ falha para números ímpares)?
(*incitamento transativo– solicitação de justificativa*)
- 12 A: Poderíamos provar que um ímpar multiplicado por um ímpar é um ímpar.
(*proposição de um plano novo*)
- 13 Prof: É, poderíamos fazer algo assim. Isso certamente funcionaria.
(*facilitadora – confirmação*)
- 14 Prof: Isso de fato seria um caso mais geral, em vez de um caso particular.
(*enunciação diretiva*)
- 15 DK: Nós já sabemos que 2 vezes qualquer inteiro vai ser de qualquer modo um número par.
(*contribuição para o desenvolvimento de um plano*)
- 16 J: Era o que eu ia dizer. O lado esquerdo ($2p^2$) é sempre par.
(*contribuição para o desenvolvimento de um plano*)
- 17 Prof: OK, então temos aqui alguma coisa ($2p^2$) que vai ser sempre par.
(*facilitadora – revozeando*)
- 18 Prof: Então você está dizendo que se p é ímpar, [então] p^2 é ímpar, então você teria um número ímpar igual a um número par? (*enunciação transativa –clarificação*)
- 19 J: Sim (*confirma*)

O excerto acima ilustra dois dos tipos de enunciações consideradas: uma *contribuição para o desenvolvimento de um plano sugerido* e a *proposição de um plano novo*. Elas são respostas transativas em que os alunos estão elaborando idéias que foram inicialmente geradas por *outros* alunos. Por exemplo, quando DK afirma “Nós já sabemos que 2 vezes qualquer inteiro vai ser de qualquer modo um número par”, ele está levando a idéia de A (“Poderíamos provar que um ímpar multiplicado por um ímpar é um ímpar.”) um passo à frente. Nesse sentido, DK está mostrando um avanço de pensamento, instigado pela afirmação de A e pelo incitamento transativo e enunciações facilitadora e diretiva da professora. Daí o dizermos que, neste caso, a professora teve acesso à ZDP de DK (e, similarmente, à de J). No entanto, a breve confirmação de J, na linha 19, não fornece evidência segura de qualquer evolução adicional.

Assim, insistimos em que a proposição de novas idéias, estratégias ou planos e a sua subsequente elaboração e justificação, de forma a avançar na construção de uma

demonstração, indica um avanço dos alunos dentro da sua zona de desenvolvimento proximal. Neste caso, os resultados de um pre-teste aplicado na turma, antes de ter sido iniciada a discussão sobre essa demonstração, haviam indicado que os alunos sozinhos não eram capazes de fazê-la. Contudo, a transferência da responsabilidade da demonstração, da professora para os alunos, através principalmente de incitamentos transativos e enunciações facilitadoras, levou os alunos a darem contribuições significativas para a demonstração.

Considerações finais

Os dados coletados nos permitiram identificar alguns tipos de evidência da ocorrência de avanços cognitivos significativos em termos da compreensão da demonstração pelos alunos (por exemplo, o aluno propõe uma idéia ou um plano de demonstração novo, elabora ou justifica idéias, faz espontaneamente uma avaliação do “status” da demonstração, etc.) e alguns tipos de enunciações, quer por parte da professora quer por parte de colegas, que consideramos que contribuíram para esse avanço pela turma como um todo (por exemplo, a professora faz com frequência solicitações de esclarecimento, elaboração, justificação, crítica, etc., facilita a conversação e, em determinados momentos, assume uma atitude mais diretiva e de apelo à metacognição, “falando sobre” o processo de demonstração). Portanto, o estudo contribuiu para esclarecer como os alunos desenvolvem a competência de demonstrar, no contexto social considerado. Para que a força teórica do nosso trabalho possa ser reforçada, será importante agora ampliar a análise feita, considerando outros contextos sociais e o desenvolvimento de outras competências básicas da Matemática.

Bibliografia

- Bakhtin, M. M. (1986). *Speech genres and other late essays*. (C. Emerson and M. Holquist, Eds.; V. W. McGee, Trans.). Austin: University of Texas Press.
- Blanton, M. & Stylianou, D. (2002). Exploring sociocultural aspects of undergraduate students' transition to mathematical proof. In *Proceedings of the 24th Meeting for PME-NA*. Vol. 4, pp.1673-1680. Athens, GA.

- Burton, L. (Ed.) (1999) *Learning Mathematics: From Hierarchies to Networks*. London, Falmer Press.
- Fennema, E. and Romberg, T. (Eds.) (1999). *Mathematics Classrooms that Promote Understanding*. Mahwah, NJ, Lawrence Earlbaum.
- Good, T., Mulryan, C. and McCaslin, M. (1992). Grouping for instruction in mathematics: A call for programmatic research on small-group processes. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*, New York, Macmillan, pp. 165-196.
- Goos, M., Galbraith, P., Renshaw, P. (1999). Establishing a Community of Practice in a Secondary Mathematics Classroom. In L. Burton (Ed.) *Learning Mathematics: From Hierarchies to Networks*. London, Falmer Press, pp. 36-61.
- Goos, M., Galbraith, P., Renshaw, P. (2002). Socially Mediated Metacognition: Creating Collaborative Zones of Proximal Development in Small Group Problem Solving. *Educational Studies in Mathematics*, 49, pp. 193-223.
- Jaworski, B. (1994) *Investigating Mathematics Teaching: A Constructivist Enquiry*. London, The Falmer Press.
- Kruger, A. C. (1993). Peer collaboration: Conflict, cooperation or both? *Social Development*, 2, pp. 165-182.
- Lampert, M. & Blunk, M. L. (Eds.) (1998). *Talking Mathematics in School*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Luria, A. R. (1990). *Desenvolvimento cognitivo*. São Paulo: Ícone.
- Rittenhouse, P. S. (1998). The teacher's role in mathematical conversation: stepping in and stepping out. In: Magdalene Lampert and Merrie L. Blunk (Eds.) *Talking Mathematics in School*. Cambridge: Cambridge University Press, p. 163-189.

- Stein, M. K., Silver, E. A. & Smith, M. S. (1998). Mathematics Reform and Teacher Development: A Community of Practice Perspective. In: James G. Greeno and Shelley V. Goldman (Eds.) *Thinking Practices in Mathematics and Science Learning*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Earlbaum Associates, Publishers. pp. 17-52.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society*. Edited by Michael Cole et al. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- _____ (1996). *A formação social da mente*. Trad. J. C. Neto, L. S. Barreto, S. C. Afeche. São Paulo: Martins Fontes.
- _____ (1962). *Thought and language*. (E. Hanhmann and G. Vakar, Trans.) Cambridge, MA, Massachusetts Institute of Technology. (Original work published in 1934)
- Wells, G. (1999). *Dialogic inquiry: Toward a sociocultural practice and theory of education*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wertsch, J. (1991). *Voices of the mind: A sociocultural approach to mediated cognition*. Hempstead: Harvester Wheatsheaf.
- Yackel, E. and Cobb, P. (1996) Sociomathematical norms, argumentation, and autonomy in mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*, v. 27, n. 4, July 1996, pp. 458-477.

MR13 PROCESSOS COGNITIVOS E LINGÜÍSTICOS

A PRODUÇÃO DE SIGNIFICADOS PARA A MATEMÁTICA

Amarildo Melchiades da Silva ¹

Com respeito ao tema proposto para a mesa redonda “Processos Cognitivos e Lingüísticos” nossa fala será dirigida ao processo de produção de significados, foco atual de nosso trabalho investigativo. Nessa direção, este texto pretende apenas introduzir o assunto, trazendo alguns elementos para um debate posterior.

De início, vale ressaltar que o termo “significado”, objeto central de nossa exposição, possui múltiplos significados na literatura em geral. Ele é estudado, por exemplo, em campos como a Lingüística, a Filosofia da Linguagem e a Psicologia; dependendo do contexto, o foco pode estar no significado da palavra, no significado da frase, ou no significado do proferimento. Por exemplo, Ogden e Richards (1976), no livro intitulado “O significado de significado”, apresentam uma lista de dezesseis definições possíveis de “significado”, compiladas dos trabalhos de vários estudiosos do assunto. Observamos assim que diferentes pesquisadores fazem uso do termo de acordo com seus interesses de pesquisa.

Na revisão de literatura que realizamos, em nossa comunidade científica, chamou-nos a atenção, a utilização do termo significado e a variedade de termos associados a ele, sem suficiente sustentação teórica, tais como: “atribuir significado”, “negociação de significados”, “atividades significativas”, “produção de significados”, “espaço de significação”, “aprendizagem significativa”, “construção de significados”, “respostas significativas de alunos”, foram alguns dos termos que encontramos tanto em periódicos nacionais quanto internacionais.

Encontramos em Lins (1993b) um alerta a respeito desse estado de coisas, onde ele defende a posição - em relação às pesquisas em Educação Matemática - de que os pesquisadores deveriam sempre manter explícitas suas posições epistemológicas. Nessa

direção, ele referia-se mais especificamente às noções de conhecimento e significado, nos seguintes termos:

Os artigos em Educação Matemática estão recheados de frases envolvendo “conhecimento do aluno”, “conhecimento matemático” e “significado”, mas em quantos deles podemos encontrar uma discussão do que estas coisas querem dizer – ou mesmo uma indicação de teorias às quais o leitor deveria se referir para encontrar o ponto de vista adotado pelo autor do artigo? Muito poucos, poucos demais, eu diria. (LINS, 1993b, p.77)

Na revisão dos periódicos internacionais, encontrei um comentário análogo em Godino e Batanero (1994), nos seguintes termos:

A pesar del carácter relevante que la idea de significado tiene, no sólo para la Didáctica de la Matemática, sino para la psicología en general, no se encuentra en la literatura de la especialidad análisis explícito de qué sea el significado de las nociones matemáticas. Los investigadores en esta disciplina utilizan el término “significado” de un modo que podemos calificar de lenguaje ordinario, o sea, con un sentido intuitivo o pré-teórico. (GODINO e BATANERO, 1994, p. 328)

Notamos, também, em nossa revisão de literarura, que as pesquisas sobre o tema baseiam-se em alguns pesquisadores e em trabalhos isolados, não havendo um número suficientemente grande que pudessem levar-nos a categorizá-los. Com respeito à produção científica nacional, a primeira pista que encontramos foi apresentada por Baldino (1996, p.1), no seguinte comentário:

As recentes tentativas de pensar a Educação Matemática a partir da produção de significado, portanto, da linguagem é o fruto mais novo e mais recente da vertente marxista anti-humanista à qual se filia a maioria dos pensadores situados em relação à problemática estruturalista, como Derrida, Bourdieu, Foucault e Althusser. No campo da psicanálise, essa vertente deságua em Lacan, cuja obra foi herdada por seu genro, Jacques Alain Miller, ex-aluno de Althusser, atualmente na Universidade de Paris VIII, fundada em consequência do Movimento de Maio de 68. Dessa vertente essencialmente francesa, corre um regato para a Educação Matemática, paradoxalmente nascendo na Inglaterra, representado pela vasta e importante pesquisa de Valerie Walkerdine. Alguns

autores brasileiros, com recentes doutorados nesse país, aderiram ao primado da produção de significados para pensar os temas da Educação Matemática.

Entre possíveis nomes a quem Baldino tenha se referido, e do universo que revisamos, apenas o educador matemático Romulo Campos Lins apresenta o desenvolvimento de uma pesquisa sistemática sendo efetivada. Em parte, pela sua própria produção científica, em parte, pelos projetos de pesquisa, desenvolvidos no programa de Pós-Graduação em Educação Matemática sob sua orientação, ou alguns projetos de pesquisa utilizando seu referencial teórico, intitulado o Modelo Teórico dos Campos Semânticos (MTCS).

Sob sua orientação, encontramos os seguintes trabalhos: Cassol (1997), com dissertação intitulada *Produção de significados para a derivada: taxa de variação*; Poloni (1997), dissertação intitulada *Sobre a produção de significado por um grupo de alunos quando da proposição de um certo texto do chamado discurso matemático*; Silva (1997), dissertação com o título *Uma análise da produção de significado para a noção de base em Álgebra Linear*; Sad (1998), tese de doutorado intitulada *Cálculo Diferencial e Integral: uma abordagem epistemológica de alguns aspectos* e Oliveira (2002), dissertação intitulada *Sobre a produção de significado para a noção de transformação linear*.

Algumas das idéias do MTCS começaram também a figurar em trabalhos científicos sob orientação de outros pesquisadores como em Ciani (2000), dissertação intitulada *Aula particular de Matemática: uma questão de gosto e as relações de poder*; em Oliveira (1997), dissertação de mestrado intitulada *Pensando algebricamente antes da 7ª série: uma outra perspectiva sobre os processos de construção do conhecimento* e na comunicação científica de Reis (1998), com o título *Produção de significado para dez por cento*.

Esses trabalhos buscavam investigar a produção de significados para objetos da Matemática, ou a partir da História da Matemática, ou de livros-texto de Matemática, ou a partir da análise da fala dos alunos.

As investigações das falas dos alunos, em geral, estiveram ligadas a objetos matemáticos, tais como: seqüências de números, taxa de variação, porcentagens, base de um espaço vetorial.

Essas pesquisas foram desenvolvidas em diferentes contextos: nas universidades (Cassol, 1997; Silva, 1997; Sad, 1998; Oliveira, 2002), no ensino fundamental de 1ª a 4ª séries (Reis, 1998) e de 5ª a 8ª séries (Poloni, 1997; Oliveira, 1997).

Dos trabalhos desenvolvidos em outras frentes na produção científica nacional, baseados em referenciais teóricos explícitos e que possuíam em seu foco a preocupação com o processo de produção de significados, podemos citar Meira (1996), Machado (1995) e Abdounur (1996).

No artigo de Meira (1996), intitulado *Atividade algébrica e produção de significados em matemática: um estudo de caso*, o autor analisa a produção de significados de dois estudantes do ensino fundamental, envolvidos em uma atividade algébrica. Partindo da Teoria da Atividade de Leontiev, seu objetivo era discutir uma visão psicológica da construção de significados em matemática. Através da noção de atividade, ele caracteriza o conceito de atividade algébrica e utiliza a noção para descrever e interpretar a fala de seus informantes.

A noção de significados e rede de significados é encontrada em Machado (1995) e Abdounur (1996). Para Machado, a construção do significado é sempre uma ação de significar, de transformar em signo, de representar por um signo, através de um processo de abstração, e o conhecimento se organiza em redes de significado.

Nossa revisão dos periódicos internacionais, na direção de nossos interesses ligados ao nosso projeto de tese (cf. Silva, 2003), indicou apenas uma pesquisa onde a noção de significado foi tratada no interior de uma teoria. Esse modelo teórico foi formulado por Godino e Batanero (1994, 1996) denominado Teoria do Objeto e do Significado, que tinha como objetivo discutir a natureza dos objetos matemáticos e seus significados.

Esse modelo foi elaborado no âmbito da Didática da Matemática, que é caracterizada por seus autores da seguinte maneira:

La Didáctica de las Matemáticas estudia los procesos de enseñanza/aprendizaje de los saberes matemáticos - en los aspectos teórico-conceptuales y de resolución de problemas – tratando de caracterizar los factores que condicionan dichos procesos. Se interesa por determinar el significado que los alumnos atribuyen a los términos y símbolos matemáticos, a los conceptos y proposiciones, así como la construcción de estos significados como consecuencia de la instrucción. (GODINO e BATANERO, 1994, p.327)

A perspectiva destes pesquisadores é expressa nos seguintes termos:

[...] el estudio teórico de la significación desde una perspectiva matemática, psicológica y didáctica, esto es, la formulación de una teoría explícita de los objetos matemáticos, puede ser útil para establecer conexiones entre distintas aproximaciones a las cuestiones de investigación en Didáctica de la Matemática. (GODINO e BATANERO, 1994, p.329)

A importância dessa revisão reside na constatação de que as pesquisas sobre a produção de significados em Educação Matemática ainda são incipientes, evidenciando assim, a necessidade de investigações mais sistemáticas, referenciadas teoricamente, devido às potencialidades do tema para o entendimento do processo de aprendizagem de nossos alunos. Este ponto de vista se baseia em nossa concordância com Lins (1999) quando diz: “Para mim, o aspecto central de toda aprendizagem humana – em verdade, o aspecto central de toda cognição humana – é a produção de significados”. (LINS, 1999, p.86)

Considerando as potencialidades desse tema, nossa investigação tem estado direcionada à produção de significados para a matemática, produzidas por estudantes em sala de aula. Em nossos estudos, tomamos como referencial teórico o MTCS, proposto por Lins (LINS, 1999, 2001). Sendo assim, a noção de significado que assumimos é aquela proposta por essa teoria. Isto é, o significado de um objeto, deve ser entendido como aquilo que o sujeito pode e efetivamente diz sobre o objeto no interior de uma atividade¹. O “poder dizer” presente na formulação de significado está intimamente relacionado à questão da legitimidade². Isto é, do que é legítimo ou não dizer. Como consequência, dizer que um sujeito produziu significados é dizer que ele produziu ações

¹ No sentido proposto por Leontiev (1988, pg.68)

² Cf. LINS, 1997, p.145.

enunciativas a respeito de um objeto no interior de uma atividade. Assim, os objetos são constituídos enquanto tal através do que o sujeito diz que eles são. Além disso, como observa Lins (1996, p.5): “o ponto central é que produzimos significados para que pertençamos a uma prática social ou, em escala maior, a uma cultura, tanto quanto produzimos enunciações pelo mesmo motivo”.

Nossas investigações buscam estudar o processo de produção de significados de estudantes a partir de três características principais:

- i) O interesse em olhar para processos, em oposição a olhar para estados ou produtos;
- ii) O interesse por uma leitura positiva desse processo, isto é, o interesse em entender o que esses alunos dizem e por que dizem, em oposição a olhá-los pelo erro, pela falta;
- iii) A busca de uma explicação plausível para os significados produzidos, com base em um método de leitura da produção de significados compatível com o MTCS. (cf. SILVA, 2003)

Para esclarecer a importância destas características, tomemos uma situação real ocorrida em nossa investigação. O episódio a seguir aconteceu durante as aulas que observamos. O professor propôs aos alunos que falassem sobre o que seria, para eles, IR^2 e IR^3 . Apresentaremos um diálogo entre dois colegas, Diva e Ades, ocorrido durante a fala da turma a respeito da tarefa. Ela parece ter sido tocada pelas falas anteriores dele e assim tinha expectativas de encontrar respostas que legitimassem suas crenças na fala do colega. Passemos ao diálogo:

Divas³: Posso fazer uma pergunta para o colega? [Referindo-se ao Ades].

Prof: Pode.

Divas: Porque ele definiu o R^2 como sendo o plano. O que que é o plano pra ele?

³Nas transcrições das falas as seguintes convenções foram utilizadas: a) os sujeitos de pesquisa são identificados pelos seus pseudônimos, o professor pela abreviação Prof e o pesquisador por Pesq; b) Colchetes são usados para indicar gestos, expressões e atitudes dos sujeitos de pesquisa; c) Palavras entre barras indicam sobreposição de falas; d) Uma barra indica interrupção súbita ou mudança na direção de uma fala; e) Reticências indicam pausa prolongada; f) Reticências entre colchetes indicam omissão de partes da transcrição e g) Aspas indicam que o sujeito de pesquisa está lendo o que está dizendo.

Ades: Bom, dois vetores linearmente independentes. A união desses dois vetores linearmente independentes.

Diva: Aí eu pergunto pelo seguinte [...] você falou no R^3 como uma sobreposição de planos.

Ades: Paralelos.

Diva: Paralelos. Então, plano pra você teria / como é que seria esse plano?

Ades: Bom, eu tô entendendo o plano como uma folha de papel infinita.

Diva: Essa folha de papel infinita ela tem quantas dimensões?

Ades: Duas. Só definido pelos dois vetores l.i.

Diva: Mas, por mais fina que fosse a folha de papel, ela não seria tridimensional?

Ades: Não, pelo menos pelo que eu compreendo, não, não tem a terceira, né? Não tem essa terceira dimensão.

Diva: Mas se ela não tivesse dimensão, como é que você fosse sobrepor uma sobre a outra não ia formar nada. Se ela não tiver dimensão, né? [olhando para o professor] Se ela não tiver uma terceira dimensão. Porque aí na hora que você vai colocando uma sobre a outra ia fazer diferença. Então, teria que ter um mínimo de espessura pra hora que você fosse colocando uma sobre a outra ela fosse formando uma outra, sei lá.

Ades: Tá, entendi. Só que eu não pensei em termos de espessura, né? Eu pensei em termos de localização, entendeu? Não de espessura. Porque, o que me fez começar a pensar assim foi a direção lá do vetor, né? Quando você vai fazer operação com vetor, você consegue transpor o vetor, não é o que a gente chama o mesmo vetor. Na verdade, ele tá no mesmo lugar no espaço. Usa lá a regra do paralelogramo. Eu coloco o vetor, desde que eu não mude as três características: módulo, direção e sentido, eu considero que é o mesmo vetor. Esta mesma analogia eu fiz com os vetores que formavam o plano.

Eu posso formar um plano com dois vetores ortogonais, né? Então eu tô mudando essa localização, quando eu falo em paralelo, não tô pensando em espessura, tô pensando em localização... entendeu?

Diva: [Ela balança a cabeça expressando negação e diz:] Não. Não consegui ver a idéia dele. Não consegui, não consegui ver. Foi por isso que eu perguntei.

Mais à frente, Diva faz a seguinte consideração:

Diva: Eu fiquei pensando naquela aula que o pessoal falava a respeito de plano [...] Aí eu comecei a pensar nas coisas que estão bem próximas de mim mesma, parece que eu não achei muita coisa de uma dimensão, não achei muita coisa de duas dimensões, parece que tudo tem três dimensões. Apenas eu não consegui ver como eu poderia pensar nisso daí dentro do problema dele. Então, na realidade, eu não consigo ver esse plano. Como esse plano assim, certinho, com duas dimensões. Eu não consigo ver esse plano. Eu não consigo ver também essa linha, que a gente fala: a linha tem só uma dimensão. Parece que eu consigo ver tudo, mas tudo com três dimensões. Então, eu ainda não consegui passar para a idéia do problema? Não consegui nem ver a idéia do problema. Mas eu acho assim, por mais que a gente falava assim o plano, bem fininho, bem transparente; ele deve ter uma dimensão, de espessura. Então, eu não tenho essa idéia de plano, aquele plano que não tenha as três dimensões. Eu não tenho essa idéia de linha que é uma linha com uma dimensão. Isto aí é o que tá mais me perturbando nesse exercício. Porque eu não vejo isso, não vejo isso daí, não consigo.

Uma das importantes considerações que as pesquisas sobre produção de significados evidenciaram foi o fato de que,

[...] quando se encontram com textos do matemático – livros- didáticos, por exemplo – as pessoas de fato produzem significados que não são os do matemático, mas que as tornam capazes de falar a partir daquele texto [...] (LINS, 1994b, p. 37).

A importância dessa afirmação reside na frequência em que ocorre na prática. De fato, nas salas de aula de matemática, presenciamos a todo o momento, professores e alunos, produzindo significados “não-matemáticos”, quando estão falando de matemática, como é o caso da fala de Diva no diálogo acima.

Passemos então a um breve exame do diálogo acima, da perspectiva das características que propusemos. Na qualidade de leitor, procuramos produzir significados para o que disseram Diva e Ades. Começamos olhando para os modos de produção de significados em questão. Ades fala numa direção na qual a folha de papel é uma idealização. Para esclarecer este ponto, remetemo-nos ao comentário de Davis e Hersh em “A Experiência Matemática”, quando discutem o tema “abstração como idealização”. Eles partem de um exemplo:

Um carpinteiro, usando uma régua de metal, traça uma reta, com um lápis, em uma prancha, para usá-la como guia, ao cortar a prancha. A reta que ele traçou é uma coisa física; é um depósito de grafite sobre a superfície da prancha física. Possui largura e espessura variáveis, e, ao seguir a borda da régua, a ponta do lápis reage às desigualdades da superfície da prancha e traça uma reta que tem desvios e asperezas. (DAVIS e HERSH, 1985, p.157)

Eles então observam:

Ao lado deste exemplo real, concreto, de uma reta existe a idéia mental da abstração matemática de uma linha reta ideal. Em sua versão idealizada, todos os fatos não-essenciais e imperfeições do exemplo concreto foram miraculosamente eliminados. Existe uma descrição verbal de uma reta idealizada [...] (DAVIS e HERSH, 1985, p.157)

É nesse sentido que vejo Ades operando com uma folha de papel idealizada. Por outro lado, Diva entende a folha de papel como coisa física. Assim, por falarem para interlocutores distintos, observamos que eles não compartilham o mesmo espaço comunicativo e aí, sob esta perspectiva, é que começamos a entender por que a divergência entre eles é inevitável. É por isso que ela não pode “entendê-lo”.

Importa observar que a crença-afirmação de Diva, de que o plano tem três dimensões, é absolutamente coerente com sua maneira de operar. De fato, para ela, o espaço parece ser o espaço físico. Então uma folha de papel tem espessura, donde, uma folha tem três dimensões; logo, se o plano é uma folha de papel, conclui-se que o plano tem três dimensões. Isto nos sugere que sua angústia pode residir exatamente no fato de que ela vê coerência nas suas crenças.

Observe que, se nos pautarmos apenas pelo “produto” do diálogo, poderíamos ficar, por exemplo, apenas com o fato de que para Diva o plano tem três dimensões; e, por uma leitura pela falta, concluiríamos que isto é, da perspectiva dos significados matemáticos, um erro, uma incompreensão. Porém, buscar entender o que ela está dizendo e por que está dizendo tem se mostrado mais eficaz, se quisermos, como professores, interagir com ela e ter uma intervenção, por exemplo, no sentido de que ela possa falar, futuramente, na direção dos significados matemáticos.

Sabemos que o fato de Diva fazer estas afirmações neste contexto não quer dizer, necessariamente, que ela o fará em outro. Por exemplo, na sala de aula em que Diva é professora, ela possivelmente não diria o que disse. Mesmo que ela acreditasse que o plano tivesse três dimensões; não seria legítimo para ela dizer o que disse. Pois, sabemos que se a atividade é outra, a produção de significados pode mudar.

Por tudo o que dissemos, para nós, esse episódio é um bom exemplo em que a idéia de leitura positiva se concretiza, pois, se a fala de Diva for lida pela falta, da nossa perspectiva, toda a riqueza do processo se perderia.

Para nós, as possibilidades de interação e intervenção do professor no processo de aprendizagem dos alunos podem ocorrer, de maneira mais efetiva, quando observamos sua produção de significados, sua maneira de operar. No diálogo acima, se for objetivo do ensino levar Diva a produzir significados para $\mathbb{R}^2$ e $\mathbb{R}^3$ na direção dos significados matemáticos propostos pela álgebra Linear – onde $\mathbb{R}^2$ e $\mathbb{R}^3$ são entendidos com estrutura algébricas e o plano é um subespaço vetorial de dimensão 2 – nosso ponto de partida, enquanto professores, é a partir do “lugar” de onde ela está produzindo significados. Este é o ponto central para nós.

Referências Bibliográficas:

ABDOUNUR, O. J. Analogia: chave-mestra no acesso ao significado em Matemática. In: ENCONTRO PAULISTA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 4., 1996, Rio de Janeiro - RJ. **Anais do IV Encontro Paulista de Educação Matemática**. São Paulo: SBEM/SP, 1996. p. 39-46.

BALDINO, R. R. O “mundo-real” e o dia-a-dia na produção de significados matemáticos. **Bolema**, Rio Claro, ano 11, n.12, p.1-11, 1996.

CASSOL, A. **Produção de significados para a derivada**: taxa de variação. 1997. 178p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

CHAMIE, L. M. S. A relação aluno-Matemática: alguns dos seus significados. **Bolema**, ano 6, n.7, p.23-29, 1991.

CIANI, A. B. Análise do desencontro de falas aluno-professor e a contribuição da teoria dos campos semânticos. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6., 1998, São Leopoldo-RS. **Anais do VI DAVIS, P. J.; HERSH, R. A Experiência matemática**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1985.

GODINO, J. D.; BATANERO, M. C. Significado institucional y personal de los objetos matemáticos. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, Grenoble, v.4, n.3, p.325-353, 1994.

GODINO, J. D. Significado y comprensión de los conceptos matemáticos. **UNO-Rev. de Didáctica de las Matemáticas**, Barcelona, n.25, p.77-87, 2000.

LEONTIEV, A. N. **O Desenvolvimento do psiquismo**. São Paulo: Moraes, s.d.

LINS, R. C. Epistemologia, História e Educação Matemática: tornando mais sólidas as bases de pesquisa. **Revista da SBEM – SP**, Campinas, v.1(1), p.75-91, set., 1993.

LINS, R. C. O modelo teórico dos campos semânticos: uma análise epistemológica da álgebra e do pensamento algébrico. **Revista Dynamis**, Blumenau, v.1(7), p.29-39, abr./jun., 1994.

LINS, R. C. Struggling for survival: the production of meaning. In: BSRLM, 1996, Sheffield (UK). **Anais...** Sheffield (UK): BSRLM, February, 1996.

LINS, R. C. Por que discutir teoria do conhecimento é relevante para a Educação Matemática. In: Bicudo, M. A. V. (org.). **Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: Editora da UNESP, 1999. p.75-94.

LINS, R. C. The production of meaning for algebra: a perspective based on a theoretical model of semantic fields. In: SUTHERLAND, R. et al. (Ed.). **Perspectives on school algebra**. London: Kluwer Academic Publishers, 2001. p.37-60.

LINS, R. C. et al. Of course $\mathbb{R}^3$ is blue! Developing an approach to turn a mathematics course into a mathematics education course. In: INTERNATIONAL CONFERENCE AN THE TEACHING OF MATHEMATICS, 2., 2002, Heronissos – Creta – Grécia. **Proceedings of the Second International Conference an the Teaching of Mathematics**, jul., 2002a. 1 CD – Rom.

MACHADO, N. J. **Epistemologia e Didática: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente**. São Paulo: Cortez, 1995.

MEIRA, L. Atividade algébrica e produção de significados em Matemática: um estudo de caso. In: DIAS, M. G. B. B.; SPINILLO, A. G. (orgs.). **Tópicos em psicologia cognitiva**. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 1996. p.168-192.

OGDEN, C. K.; RICHARDS, I. A. **O significado de significado: um estudo da influência da linguagem sobre o pensamento e sobre a ciência do simbolismo**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

OLIVEIRA, R. **Pensando algebricamente antes da 7ª série: uma outra perspectiva sobre os processos de construção do conhecimento**. 1997. 151p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Santa Úrsula, Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, V. C. A. **Sobre a produção de significados para a noção de transformação linear em Álgebra Linear**. 2002. 187p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

POLONI, A. **Sobre a produção de significado por um grupo de alunos quando da proposição de um certo texto do chamado discurso matemático**. 1997. 176p.

Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

REIS, R. M. M. Produção de significado para dez por cento. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6, 1998, São Leopoldo-RS. **Anais do VI Encontro Nacional de Educação Matemática**. São Leopoldo: UNISINOS/SBEM, 1998. p. 443-445.

SAD, L. A. **Cálculo diferencial e integral**: uma abordagem epistemológica de alguns aspectos. 1998. 371p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

SILVA, A. M. **Uma análise da produção de significados para a noção de base em álgebra linear**. 1997. 163p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Santa Úrsula, Rio de Janeiro.

SILVA, A. M., LINS, R. C. An analysis of the production of meaning for the notion of basis in linear algebra. In: INTERNATIONAL CONFERENCE AN THE TEACHING OF MATHEMATICS, 2., 2002, Heronissos – Creta – Grécia. **Proceedings of the Second International Conference an the Teaching of Mathematics**, jul., 2002a. 1 CD – Rom.

SILVA, A. M. **Sobre a dinâmica da produção de significados para a matemática**. 2003. 243p. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

MR14 DESAFIOS DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA NA ESCOLA INCLUSIVA

Wagner Ahmad Auarek¹

A construção histórica da “Escola para Todos” no Brasil, ou seja, o reconhecimento da universalização do direito a uma Educação Escolar às camadas desfavorecidas da população sempre apresentou, em seu discurso, a proposta da inclusão.

Desta maneira, a proposta inclusiva não pode ser considerada uma novidade na discussão da Escola – principalmente da escola pública - no Brasil. A atualidade do tema tem como contexto diferencial as propostas político-pedagógicas e curriculares que estão sendo desenvolvidas em vários sistemas públicos de educação e a ampliação do entendimento do que seja a inclusão escolar.

Esse contexto histórico define uma nova relação entre sociedade-escola-educação, colocando para a comunidade escolar a necessidade de se discutir a resignificação do espaço, do tempo e dos saberes escolares, isto é, a escola inclusiva permite e impõe uma reelaboração das relações e dos códigos do universo escolar, os quais estamos acostumados a ver como constituintes desse universo.

Esse movimento de redefinição ou reorganização da Escola acaba por solicitar um novo comprometimento da Matemática Escolar, e por conseqüência, do professor de Matemática, com a educação não só enfatizada no desenvolvimento cognitivo, mas, também, na formação do sujeito sociocultural.

Estudos nos mostram que a proposta de uma nova lógica de organização escolar e a construção de novas referências ou novos significados para os conteúdos das disciplinas tradicionalmente aceitas como constituintes dos currículos escolares estariam provocando um desconforto nos vários segmentos da escola, desconforto esse que se apresenta mais acentuado no caso da matemática.

Estudiosos como Zaidan (2001) e Auarek (2000) identificaram essa situação de desconforto, percebida em relação à matemática, na maneira como ela é valorizada na

¹ Membro do PRODOC (Núcleo de Pesquisas sobre a Profissão Docente) Prof. UNIBH

sociedade e na escola, e na dificuldade do professor dessa disciplina em ampliar o seu “olhar”, assumindo posturas de educador.

Acredito que, na discussão sobre os desafios que os professores, de maneira especial o professor de Matemática, vêm enfrentando, é necessário entendermos o que tem mudado na realidade escolar com a efetivação da proposta da inclusão nas escolas públicas.

Neste sentido, pode-se constatar que está acontecendo um conjunto significativo de mudanças nessa realidade, como, por exemplo, na estrutura piramidal e hierarquizada da escola, a qual permitia um processo velado de seleção, concretizado no alto índice de evasão e repetência que marcam a história da escola neste país.

A Escola, ao assumir o discurso “de que todos estudem e que seja garantida a permanência do aluno na escola”, propõe uma nova relação professor/aluno no processo de ensino/aprendizagem, tornando-se fundamental uma postura reflexiva por parte dos professores em relação a questões como: o que e como se está ensinando; qual a importância do que se está ensinando; por que o aluno não está aprendendo; como tornar o conteúdo escolar significativo; definir novos significados para a avaliação escolar; etc.

Outra mudança importante a qual gostaria de destacar é a ampliação da função da escola. Ela passa a ser mais que o lugar de transmissão do conhecimento científico; é um lugar de discussão de temas como: desemprego; sexualidade; violência; os direitos e deveres; arte; cultura; drogas; enfim, vários temas relacionados à vivência na comunidade escolar, não permitindo a escola uma neutralidade nas questões sociais

A tentativa de construir uma nova postura da/na Escola, coloca para os professores de matemática a necessidade de repensar o seu fazer pedagógico, isto é, de estarem pensando propostas educacionais para que esta inclusão aconteça de fato.

Toda essa situação está trazendo “novidades” ao universo de preocupações do professor de matemática, dentre essas, a discussão da real importância de seu conteúdo para a vida dos alunos e para a formação do cidadão de maneira mais geral, assumindo o lugar de um professor engajado numa realidade escolar, num projeto pedagógico educacional. Podemos considerar esse um dos grandes desafios que o professor de

matemática, de maneira diversificada, vem buscando dar conta de modo espontâneo e consciente, ou não.

Contudo, eu gostaria de chamar a atenção para um desafio que essas mudanças trouxeram para o dia-a-dia da sala de aula dos professores, na maioria das escolas públicas: ter que trabalhar com o aluno diferenciado.

Isto significa que a Escola Inclusiva traz, também para o professor de matemática, a responsabilidade, e muitas das vezes a obrigação, de lidar com o aluno que sabe e o que não sabe, o aluno que se comporta e não se comporta como o esperado, o aluno que têm hábitos de estudo e o que não tem, o aluno que sabe ler e o que não sabe, o aluno que sabe os fundamentos da matemática e o que não sabe, etc.

A garantia da permanência desse aluno – com toda a sua diversidade - no universo escolar está provocando uma mudança real na realidade da escola e na prática do professor de matemática, ou seja, uma nova cultura escolar.

Então quais mudanças estariam sendo cobradas do professor de matemática neste contexto até aqui explicitado? Em pesquisas² realizadas com professores de Matemática que vivenciam a experiência de lidar em sala de aula com este aluno diferenciado, pode-se perceber a complexidade dessa questão, pois esse “sujeito” no seu dia-a-dia está passando por uma angustiante redefinição do seu fazer, do seu ser e do seu estar professor de matemática.

Contudo, o trabalho desenvolvido com esses professores permitiu que alguns desafios da prática fossem percebidos, os quais gostaria de estar explicitando nesta oportunidade, na intenção de colocá-los, também, como desafios para os cursos de Licenciatura em Matemática e, sem dúvida, para quem trabalha na formação de Educadores em Matemática.

Assim, minha intenção é ajudar na compreensão dos desafios que os professores de matemática têm sido “convidados” a enfrentar nesses novos tempos da escola pública.

² Auarek (2000), Zamira (2001)

Refletindo sobre a prática de ensino de matemática (em andamento) - PRODOC- Núcleo de pesquisa sobre a Profissão Docente.

Dentre os vários aspectos que pretendo apresentar nesta oportunidade, gostaria de destacar os seguintes:

- a convivência com os pares em ações coletiva;
- desenvolver os conteúdos matemáticos nas propostas de projetos;
- formas de abordagens contextualizadas e relacionais dos conteúdos de matemática em sala de aula;
- pensar e participar ativamente das enturmações;
- organizar recursos para abordagens dos conteúdos;
- fazer avaliações mais amplas, avaliação descritiva na matemática;
- obrigatoriedade de pensar e repensar a aprendizagem matemática;
- a aula expositiva com mais um recurso didático;
- apresentar formas criativas e diversificadas de trabalhar a matemática em sala de aula (jogos, desafios, resolução de problemas, história da matemática, etc.);
- discutir a matemática para o aluno diferenciado;
- ter de fazer escolha quanto ao conteúdo a ser ensinado;
- a escolha entre de sintetizar e formalizar no ensino fundamental;
- lidar com o aluno que não sabe interpretar o que lê, ou seja, preocupar-se com a questão da leitura e interpretação.

Para finalizar, gostaria de explicitar que a minha intenção ao relacionar estes itens é apresentar nesta mesa a complexidade das demandas e desafios que hoje a escola publica inclusiva coloca para o professor de matemática.

Bibliografia

AUAREK, Wagner Ahmad. *A superioridade da matemática escolar: um estudo das representações deste saber no cotidiano da escola*. Dissertação de Mestrado, FAE/UFMG, Belo Horizonte, 2000

ZAIDAM, Samira. *O professor de matemática no contexto da inclusão escolar*. Tese de Mestrado, FAE/UFMG. Belo Horizonte, 2001.

MR14 DESAFIOS DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA NA ESCOLA INCLUSIVA

ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA A PESSOAS COM NECESSIDADES ESPECIAIS VISUAIS.

Wellington José da Cunha

Muito já se tem escrito e dito sobre Direitos Humanos e igualdade de oportunidades a todos os cidadãos. Destacamos a Declaração de Salamanca e Linhas de Ação sobre Necessidades Educativas Especiais da Conferência Mundial sobre Necessidades Educativas Especiais em que destacam a importância de pesquisa na área: “pesquisa regionais e nacionais devem ser desenvolvidas para a elaboração de tecnologia de apoio apropriado às necessidades educativas especiais” (UNESCO, 1994, fl. 34).

Apesar dos esforços do governo brasileiro e de outras entidades, poucos são os professores preparados para lidar, em sala de aula, com alunos que possuem necessidades especiais e muito ainda temos que aprender.

No tocante a necessidades especiais visuais, existem vários *software* para apoio ao professor e ao aluno no processo de escrita e ensino-aprendizagem de Matemática (Cabri- géométrie, Winplot, Maple, Latex, Word, etc), desenvolvidos para pessoas videntes*, entretanto, poucos sevem de apoio a pessoas com necessidades especiais visuais e os que são utilizados por esses não são preparados para trabalhar com toda a literatura Matemática (Braille Fácil, DBT, DOS VOX, Virtual Vision). Assim, possui-se muita tecnologia para o ensino de matemática, mas essa se torna discriminadora.

Palavras chave:

Educação inclusiva, deficiência visual, tecnologia, inclusão.

Dados sobre o autor:

Instituição: UNI-BH

Cargo: Professor, Pesquisador e Coordenador do curso.

Linha de pesquisa: Tecnologias, interatividade e redes colaborativas de informação em projetos para atuação na área de Educação Matemática.

Introdução

Muito já se tem escrito e dito sobre Direitos Humanos e igualdade de oportunidades a todos os cidadãos, entretanto, o aparelho social, neste mundo globalizado, é desenhado com contornos que com raras exceções incluem os portadores

* pessoas que não possuem necessidades especiais visuais

de necessidades especiais visuais no conjunto de direitos comunitários oferecidos aos seus cidadãos.

No Brasil, o MEC vem buscando modificar este quadro através da defesa de uma educação inclusiva, quer seja através de publicações como as *Adaptações Curriculares - estratégias para a educação de alunos com necessidades educacionais especiais*, ou pela portaria ministerial 1679 de 2 de dezembro de 1999. Mais, para Machado(2002), ainda poucos são os professores preparados para lidar com a diversidade em sala.

Os alunos com necessidades educacionais especiais podem possuir deficiência auditiva, física, mental, visual ou múltipla (mais de uma dessas deficiências). Nesse trabalho discutiremos apenas o caso de deficiência visual no ensino e aprendizagem de Matemática.

Para o ensino de Matemática existem vários programas de computador (Cabri-gèomètri, Winplot, etc.), entretanto, estes programas foram desenvolvidos para explorarem recursos gráficos e de *mouse*, que dificultam, se não impossibilitam, suas completas utilizações por pessoas com necessidades especiais visuais. Programas de apoio ao deficiente visual como o Virtual Vision e o DosVox permitem o acesso à informação eletrônica, a alguns programas de computadores e a recursos do Windows, entretanto são limitados.

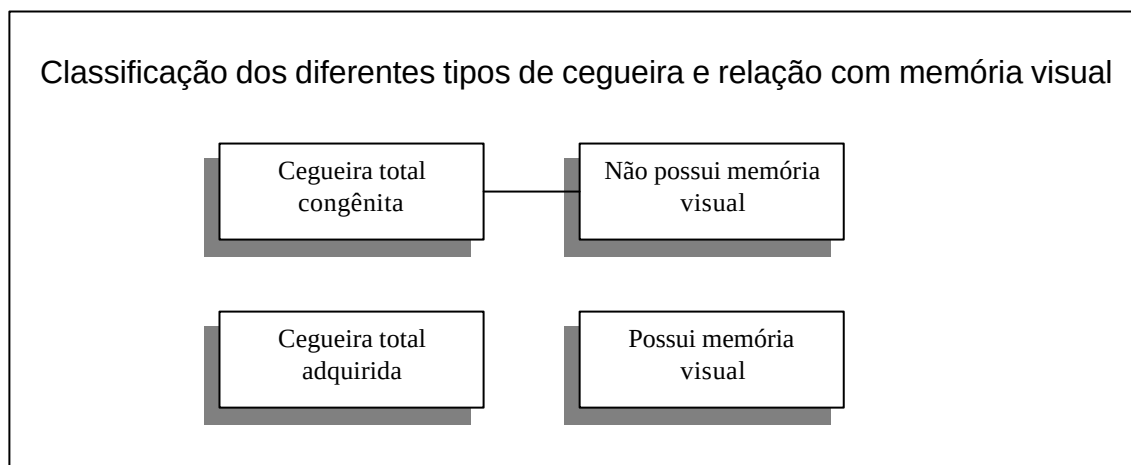
Deficiência Visual

Dados preliminares do censo escolar de 1999 apontam um aumento do número de alunos com deficiência visual, um aumento de 130,5% em relação aos valores de 1996. Mas o que se entende por deficiência visual? O termo deficiência visual refere-se a uma situação irreversível de diminuição da resposta visual, em virtude de causas congênitas ou adquiridas, mesmo após tratamento clínico e/ou cirúrgico e uso de óculos convencionais.

Existem vários tipos de classificação da deficiência visual. Algumas dessas classificações estão descritas na tabela a seguir.

Classificação ICD-9-CM (WHO/ICO)	Classificação MEC PCN-Ad	Acuidade Visual Decimal	Auxílios
Visão Normal	Visão Normal	1,5 a 0,8	Bifocais comuns
Próxima do Normal		0,6 a 0,3	Bifocais mais fortes lupas de baixo poder
Baixa Visão Moderada	Visão Reduzida	0,25 a 0,12	lentes esferoprismáticos lupas mais fortes
Baixa Visão Severa	Cegueira	0,10 a 0,05	lentes asféricas, lupas de mesa alto poder
Baixa Visão Profunda		0,04 a 0,02	lupa montada telescópio, magnificação vídeo, bengala / treinamento de orientação e mobilidade.
Próximo a Cegueira		0,015 a 0,008	magnificação vídeo, livros falados, braile, aparelhos saída de voz, bengala / treinamento de orientação e mobilidade.
Cegueira Total		SPL	aparelhos com saída de voz, bengala / treinamento de orientação e mobilidade.

Tabela adaptada de PCN-Adp (1998) e Leal (2001)



Pessoas com memória visual, geralmente, possuem maior facilidade de aprendizagem dos conteúdos associados ao ensino de geometria e necessitam de menos cuidados do que as que possuem cegueira total congênita.

Matemática para cegos

“O desenvolvimento intelectual, cultural, artístico e profissional do homem depende grandemente da sua habilidade de utilizar os meios de leitura e escrita.” (Nowill, s.d., p. 7). A leitura e escrita para pessoas com acuidade visual pequena com impedimento de leitura dos textos impressos pelo sistema negro (utilizando tinta) é baseada no sistema braile.

O braile é um sistema de escrita, aprimorado em 1817 por Louis Braille, baseado num conjunto de 6 pontos em relevo, numerados da seguinte forma,

```

1 ● ● 4
2 ● ● 5
3 ● ● 6

```

cuja combinação e disposição permite representar todas as letras do alfabeto, além de vários símbolos matemáticos e etc. (CAP,1999). São 63 combinações diferentes dos 6 pontos da cela braile.

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
q	r	s	t	u	v	w	x	y	z	ç	é	á	è	ú	â
ê	í	ô	ù	à	ï	ü	õ	í	ó	ã	Nº	-	.	—	
Grifo	Maiúsc.	Caixa Alta	,	;	:	.	?	!	()	“	”	*	\$		
...	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0					

Para se ensinar Matemática em uma classe inclusiva que possua um aluno com deficiência visual são necessários alguns cuidados:

- sempre repetir o que se escreve;

- as atividades devem ser lidas ou transcritas para o braile;
- as imagens devem ser descritas por meio de um texto ou fala;
- os gráficos e formas geométricas devem ser reproduzidos em auto relevo;
- deve-se promover um bom relacionamento entre alunos e entre alunos e professor;
- da mesma forma que os demais alunos, os alunos com deficiências necessitam de motivação;
- deve-se escolher dentre os recursos pedagógicos utilizados pelos alunos que não possuem deficiências, aqueles que podem também ser utilizados pelos alunos com deficiências e quando for necessário e possível, realizar adaptações nos mesmos;
- Quando necessário deve-se elaborar recursos didáticos.

Na escolha, adaptação ou elaboração de recursos didáticos para alunos com deficiências visuais, o professor deverá considerar, para que possa obter melhores resultados em sua utilização, tanto para crianças cegas como para as crianças de baixa visão, os itens a seguir:

- tamanho: os materiais devem ser confeccionados ou selecionados em tamanho adequado às condições dos alunos. Materiais excessivamente pequenos não ressaltam detalhes de suas partes componentes ou perdem-se com facilidade. O exagero no tamanho pode prejudicar a apreensão da totalidade (visão global);
- percepção Tátil: o material precisa possuir um relevo perceptível e, tanto quanto possível, constituir-se de diferentes texturas para destacar as diferentes partes componentes. Contrastes do tipo: liso/áspero, fino/espesso, permitem distinções adequadas;
- aceitação: o material não deve provocar rejeição ao manuseio, provocando reações de desagrado;
- estímulo visual: o material deve ter cores fortes e contrastantes para melhor estimular a visão funcional do aluno que não é cego total;
- fidelidade: o material deve ter sua representação tão exata quanto possível do modelo original.

- praticidade: os materiais devem ser simples e de fácil manuseio;
- resistência: os recursos didáticos devem ser confeccionados com materiais mais resistentes, considerando que serão freqüentemente manuseados pelos alunos;
- segurança: os materiais não devem oferecer perigo para os educandos.

Todos os cuidados e considerações levam o professor a necessitar de um preparo especial e de apoio permanente na realização de suas atividades educativas, o que dificulta a adoção pelo professor e pelas escolas de classes realmente inclusivas. Deve-se observar que a dificuldade aumenta ainda mais quando lidamos com múltiplas deficiências.

Meios tecnológicos

O grande avanço tecnológico verificado nos últimos anos vem proporcionando, também à educação especial, recursos valiosos para o processo ensino-aprendizagem, inclusive com a utilização de equipamentos de informática. Entre esses recursos podem ser destacados:

- sistemas de leitura ampliada: aparelhos que ampliam imagens e textos em televisores e monitores para pessoas com visão reduzida;
- *Thermoform*: Duplicador de materiais, empregando calor e vácuo, para produzir relevo em película de PVC;
- máquina *Perkins*: para escrever em braile;



Sistema de
leitura



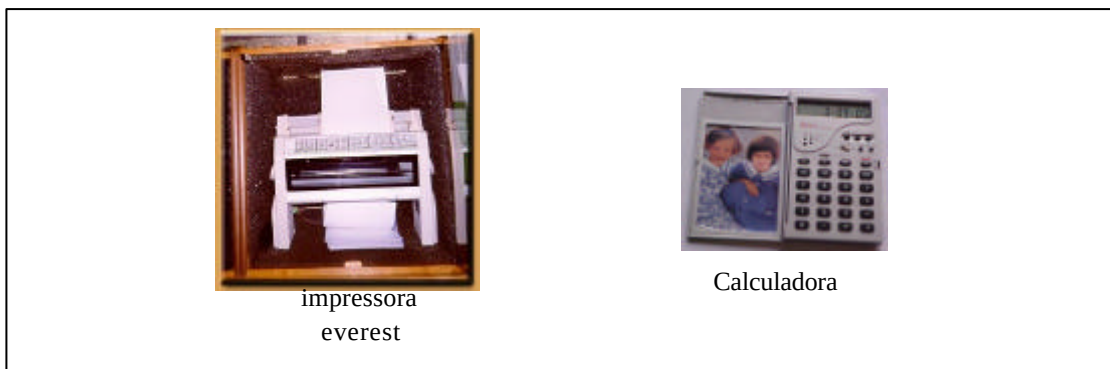
Perkin



Thermoform

- Impressora braile: existem, hoje, diferentes tipos de impressoras braile, seja para uso individual (pequeno porte) ou para produção em larga escala (médio e grande porte);

- Calculadora com sintetizador de voz



- *Scanner* de Mesa –A digitalização de textos (via *scanner*) vem alcançando ampla utilização entre estudantes e profissionais com deficiência visual. O texto digitalizado pode ser lido através de um sintetizador de voz, impresso em braile ou no sistema comum ampliado;
- Microcomputador: equipamento que amplia recursos na área da educação especial, na vida prática e em atividades profissionais das pessoas com deficiência visual. Os computadores existentes no mercado, associados a programas específicos e com periféricos adequados, podem ser operados normalmente pelas pessoas cegas.

O computador que é capaz de executar diversos serviços necessita de programas para produções específicas. Dentre os programas destacamos:

- Leitores de tela: que quando conectados a um computador com multimídia, permitem a leitura de informações exibidas em um monitor. Dentre os diversos programas produzidos com voz sintetizada na língua portuguesa, destacamos o DOSVOX, desenvolvido pelo Núcleo de Computação Eletrônica da Universidade Federal do Rio de Janeiro e o *Virtual Vision* produzido pela MicroPower em parceria com a Fundação Bradesco, que permite a utilização do *Windows* e do pacote *Office*, além de acesso a Internet;
- programas de apoio ao professor para produção de material em braile e transcrição de textos do sistema comum (tinta) para o braile. Destacamos o programa Braille fácil produzido pelo Instituto Benjamin Constant e distribuído gratuitamente em sua *Home Page*.

Apesar de proporcionar facilidades o alto custo para aquisição e manutenção da tecnologia acaba promovendo, por outro lado, uma maior exclusão.

Considerações finais

Muitos são os recursos hoje existentes para apoio às pessoas com necessidades especiais visuais, o que proporciona ao professor um maior leque de oportunidades para ensinar Matemática e qualquer outra matéria a essas pessoas. Entretanto, o número de professores preparados para lidar com essa tecnologia ainda é pequeno. Esperamos que com as atuais ações motivadoras do governo este quadro mude.

Os programas de computador utilizado para escrita braile ainda não cobrem todas as formas de escrita da Matemática o que é um problema. Outro problema com o sistema braile esta associado a padronização, ainda não se tem uma padronização mundial da escrita Matemática.

Referências

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais. Secretaria de Educação Especial. Adaptações curriculares: Estratégias para educação de alunos com necessidades especiais. Brasília: MEC/SEF/SEESP, p. 26, 1998.

LEAL, Daena Nascimento Barros. *Sociedade Brasileira de Visão Subnormal - Conceito de Visão Subnormal*. Disponível em: <<http://www.cbo.com.br/subnormal/conceito.htm>> Acesso em 31 jul. 2002.

NOWILL, Dorina de Gouvêa. *Sistema Braille: seu uso, produção e distribuição*. São Paulo: s.n.t.. 67 p.

MACHADO, Kátia. *Como a escola pode tornar-se inclusiva?*. Disponível em <http://www.inclusao.com.br/projeto_textos_24.htm> Acesso em 10 jul. 2002.

CAP – Centro de Apoio Pedagógico para Atendimento ao Deficiente Visual. Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. *Código Matemático Unificado para Língua Portuguesa*. São Paulo: 1999. 74 p.

THERMOFORM, American. American Thermoform Corporation Home Page. Califórnia, EUA, 2002. Disponível em: < [http:// www.electrosertec.pt](http://www.electrosertec.pt) >. Acesso em 5 abr. 2002.

VIRTUAL VISION 2. MicroPower. São Paulo, 2002.

Disponível em: <<http://www.micropower.com.br/dv/vvision/index.asp>>. Acesso em 5 jul. 2002.

DOSVOX. Projeto DOSVOX. Rio de Janeiro, 1998.

Disponível em: <<http://caec.nce.ufrj.br/~dosvox/index.html>>. Acesso em 5 abr. 2002.

BRAILLE FÁCIL, Instituto Benjamin Constant. Brasil.

Disponível em <http://www.ibcnet.org.br/Paginas/meios_programas.html>. Acesso em 2 ago. 2002.

OFICINAS PEDAGÓGICAS

EDUCAÇÃO INFANTIL E CICLOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

RESUMO

Pretendo construir na oficina de "Jogos na Educação Infantil" juntamente com os participantes a compreensão do jogo como aspecto fundamental do desenvolvimento humano, reconhecendo suas interações com as várias esferas deste desenvolvimento e estabelecendo, na prática, suas implicações educacionais.

Como haverá a fabricação de jogos com os participantes, a oficina também propiciará a experimentação e avaliação das possibilidades e limites do jogo como promotor do desenvolvimento humano e como recurso pedagógico.

O objetivo é ampliar o conhecimento recreativo pedagógico como uma rede de significados, fazendo uso de diferentes informações e articulações na ação docente, visando criar subsídios práticos para construção, desenvolvimento e crescimento do conhecimento da criança.

Para que isso ocorra serão levados jogos que foram fabricados e que são jogados na sala de aula com os alunos de Educação Infantil, como: jogo de xadrez; jogo de dama; jogo de trilha, jogo da velha, batalha dupla, memória, jogo de perguntas e respostas e etc. Em seguida será explicado como e em que situação foi criado cada jogo em sala de aula. Finalmente será realizada com os participantes uma trilha respeitando todos os passos a serem seguidos e colocando em prática o que foi explicitado anteriormente.

OP02 SEQUÊNCIA DE CORES... FORMAS... NÚMEROS...

Maria do Perpétuo Socorro Assis Cabral¹

RESUMO

Para levar o aluno ao aprendizado da Matemática é necessário mostrar a ele uma Matemática viva, dinâmica, feita em resposta às necessidades culturais, sociais e naturais do mundo moderno. É preciso levá-lo a compreender (conceitos), representar (linguagem) e transformar (ação) a realidade. À medida em que novos conceitos são incorporados, aumenta-se a capacidade de quantificar, estabelecer relações, organizar, projetar e avaliar os diversos dados da realidade.

É preciso trabalhar interativamente, no Ensino Fundamental, com os três grandes eixos: números, geometria e medidas; fazendo com que as situações do cotidiano se tornem presentes. É preciso desenvolver atividades experimentais, trabalhadas através da observação, construção e manipulação.

Esta oficina propõe um trabalho interativo entre os três eixos, levando o aluno a lidar com seqüências de cores, formas e números. Terá oportunidade de recortar, colar, compor formas e cores, construir, observar e criar.

Esse trabalho tem como objetivos: identificar o padrão geométrico e/ ou numérico de uma seqüência (cor, forma ou número), completar e construir seqüências levando em consideração seu padrão geométrico ou numérico, perceber o sistema de numeração decimal como uma seqüência numérica e trabalhar habilidades necessárias para o desenvolvimento do cálculo mental.

¹ Licenciatura Plena, Instituição: Faculdade de Ciências Humanas de Itabira.
Pós-graduação em Matemática Superior - PREPES - PUC – MG

OP03 ÁBACO – IMPLICAÇÕES E UTILIZAÇÃO NO ENSINO DA MATEMÁTICA: SISTEMA POSICIONAL, ADIÇÃO E SUBTRAÇÃO.

Márcio Pereira ¹

RESUMO

A oficina refere-se a uma proposta experimental para os anos iniciais do Ensino Fundamental a partir da obra de Newton Duarte – “*O Ensino da Matemática na Educação de Adultos*” (SP: Cortez, 1995), que privilegia o uso do ábaco para a construção do Sistema Posicional e das operações Fundamentais. Tal proposta foi readaptada para o trabalho com crianças respeitando seus estágios de desenvolvimento cognitivo, enfatizando as relações do percurso sócio-histórico da humanidade no processo da compreensão e aprendizagem do Sistema Decimal e das Operações de Adição e de Subtração.

¹ Professor da FUNEDI/UEMG – Instituto Superior de Educação de Divinópolis (ISED), Mestre

OP04 ALFABETIZAÇÃO MATEMÁTICA: LEITURA E ESCRITOS DOS NÚMEROS

Manoel Lima Cruz Teixeira¹

RESUMO

Apresentaremos o esquema da alfabetização matemática e desenvolveremos atividades que exploram as estruturas aritméticas, algébricas, geométricas e topológicas da construção dos números inteiros e naturais. Apresentamos o *Ateliê de Matemática* e os pressupostos teóricos e práticos que embasam as práticas pedagógicas experienciadas nos cursos de pedagogia da FE/UFRJ, em escolas do Município/RJ e no projeto “Alfabetização Matemática”, no presídio feminino Talavera Bruce – RJ.

¹ UFRJ

OP05 BRINCANDO COM OS SISTEMAS DE MEDIDAS TAMBÉM SE APRENDE

Magda Vieira da Silva¹

Antonio Carlos de Oliveira Capitão²

RESUMO

O mini-curso pretende propor alternativas de ensino-aprendizagem do conteúdo de sistemas de medidas. Os temas que serão desenvolvidos, envolverão a história da origem das medidas e sua importância; o sistema métrico padrão e o não padrão; os perímetros de figuras planas; as medidas de superfície e os cálculos de áreas. Tudo será mesclado com problemas reais, culturas, aplicações significativas, materiais manipulativos para construção de materiais concretos e suas aplicações.

As atividades serão desenvolvidas dentro de uma metodologia de situações-problema, gerados a partir de cada tema e/ou através da interação dos participantes, professor e materiais concretos.

Estas atividades visarão a reflexão e análise de tudo que os participantes desenvolverem como: a construção de materiais, a discussão dos tipos de materiais necessários para as atividades (matéria prima), a manipulação dos materiais e como criar atividade com os alunos.

¹Coordenadora e Professora Doutora Universidade Paulista – Ciência da Computação

² Professor Mestre Universidade Paulista – Ciência da Computação, Psicologia, Administração de Empresas.

OP06 OFICINAS ALTERNATIVAS E RECICLAGENS

RESUMO

Apresentaremos em 17 oficinas os objetivos e a importância da reciclagem, discutindo alternativas para criar jogos que desenvolvem o raciocínio e o conteúdo de matemática.

A oficina de “Boliche” realizado com garrafas usadas tem como objetivo inserir as propriedades das operações: adição, subtração, multiplicação e divisão.

A oficina de “Pedido como Fazer” introduz a estrutura de um teorema, explicando de modo prático e lúdico os termos: hipótese e tese, o teorema proposto será “Por que não reciclo?”.

A oficina de “Ângulos com Dobraduras”, mostra aos alunos como criarem ângulos através de dobradura, propondo aos alunos criarem uma cidade com material reciclável onde cada rua forme ângulos pré-determinados pelo orientador.

A oficina de “Quipu” resgata um tema histórico e emocionante, onde com barbantes coloridos ou restos de panos os alunos resgatam o império Inca e a necessidade que o homem tem em contar, para manter o balanço de seus bens.

As outras treze oficinas trazem assuntos de importância no campo da educação matemática, sendo elas: ábaco mágico, bingo, cofre do porquinho, corrida do conhecimento, escorregadores e escadas, jogo da velha, palitos, cidade labirinto, classificação de polígonos, mosaico ou quebra cabeça, sobre lateralidade e exercícios físicos, tabua de Pitágoras e teatro matemático.

OP07 MATERIAL DOURADO: ATIVIDADES MATEMÁTICAS DE EXPLORAÇÃO

Pricilla Mendes Cerqueira¹

RESUMO

O Material Dourado Montessori destina-se a atividades que auxiliam o ensino e a aprendizagem do sistema de numeração decimal-posicional e dos métodos para efetuar as operações fundamentais (ou seja, os algoritmos).

No ensino tradicional, as crianças acabam “dominando” os algoritmos a partir de treinos cansativos, mas sem conseguirem compreender o que fazem. Com o Material dourado a situação é outra: as relações numéricas abstratas passam a ter uma imagem concreta, facilitando a compreensão. Obtém-se, então, além da compreensão dos algoritmos, um notável desenvolvimento do raciocínio e um aprendizado bem mais agradável.

O Material Dourado faz parte de um conjunto de materiais idealizados pela médica e educadora italiana Maria Montessori. Nos anos iniciais deste século, ela se dedicou à educação de crianças excepcionais, que, graças à sua orientação, rivalizavam nos exames de fim de ano com as crianças normais das escolas públicas de Roma. Esse fato levou Maria Montessori a analisar os métodos de ensino da época e a propor mudanças compatíveis com sua filosofia de educação.

Segundo Maria Montessori, a criança tem necessidade de mover-se com liberdade dentro de certos limites, desenvolvendo sua criatividade no enfrentamento pessoal com experiências e materiais. Um desses materiais era o chamado material das contas, que, posteriormente deu origem ao hoje conhecido Material Dourado Montessori.

¹ Especialista em Educação Matemática e Mestranda em Educação Matemática sob orientação de Kátia Stocco Smole.

No primeiro contato da criança com o material, ela vai manuseá-lo sem nenhuma orientação sistemática, para que a mesma possa usar livremente “brincar” mesmo e vivenciar com seus colegas suas próprias descobertas.

Neste curso, sugerimos algumas atividades de exploração do material dourado desde a manipulação simples até as construções das operações fundamentais.

Toda atividade trabalhada com o material, é importante o aluno fazer o registro, no caderno, do que foi descoberto.

OP08 RESOLVENDO PROBLEMAS BRINCANDO

Eudes Maria Cadilhe Vieira

Dulcimária Cunha Ferreira

RESUMO

Sabemos que estamos sempre deparando com situações-problema em nosso dia-a-dia e que precisamos ter uma atitude frente às mesmas. Por isso, nessa oficina, pretendemos propiciar momentos de análise, produção e resolução de problemas matemáticos, pois acreditamos que cada participante poderá fazer a transposição das experiências vividas, para sua realidade profissional e, porque não, pessoal.

O enfoque lúdico virá a partir de jogos que serão propostos aos participantes para manuseá-los e, serão selecionados alguns para serem confeccionados. Queremos resgatar a prática do jogo no cotidiano da escola; não o jogo pelo jogo, mas o jogo como instrumento de trabalho, como meio para resolver situações-problema.

Iremos propor: a análise dos problemas chamados convencionais, suas características e suas limitações; diferentes maneiras de resolver problemas; diferentes tipos de problemas; a montagem de uma “Problemoteca”.

OP09 GEOMETRIAS E DIABRURAS PARA OS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Heitor Antônio Gonçalves¹

RESUMO

A oficina discutirá inicialmente alguns pressupostos para o trabalho de geometria nos anos iniciais do ensino fundamental. Em seguida pretende-se explorar conceitos como linha, reta, figuras planas e estruturas espaciais, perímetros e áreas. A abordagem de tais conceitos se dará a partir de atividades com dobraduras, estruturas espaciais com canudinhos de refresco e utilização de régua e compasso para construções simples. Paralelamente à confecção dos materiais, será realizada uma discussão sobre o alcance das atividades assim como da adequação das mesmas para o trabalho com crianças nos anos iniciais do ensino fundamental. As intervenções serão feitas sempre no sentido de procurar estabelecer interfaces com a realidade e cotidiano do aluno.

¹ Universidade Federal De São João Del-Rei, heitorag@ufsj.edu.br

OP10 TRABALHANDO COM O ORIGAMI

RESUMO

A oficina trabalhando com o origami tem como objetivos: desenvolver o poder de concentração; desenvolver a coordenação motora fina; desenvolver memorização, interpretação de textos e assimilar o origami com ângulos, frações, formas geométricas e outros conteúdos da matemática.

OP11 A MAGIA DA ADIÇÃO E SUBTRAÇÃO

Alaide Costa

Douglas Silva de Oliveira

Gláucia Regina Bueno

Luciana Ribeiro de Castro

Patrícia Mara Pio¹

RESUMO

As primeiras situações operatórias que surgem para a criança estão ligadas as contagens de objetos que ela realiza constantemente no seu dia-a-dia. De fato, ao estabelecer uma seqüência numérica em ordem progressiva o seu pensamento é orientado pela adição de mais um. O contrário ocorre, quando a seqüência numérica é regressiva, cada novo número é igual ao último menos um.

O conceito de juntar um objeto, aumentando um grupo total e de retirar um objeto diminuindo o grupo, é elaborado muito cedo pela criança. O ato de contar é muito espontâneo. Daí, nos parecer ser o ponto de partida para as atividades na sala de aula.

O professor deve criar oportunidades para o aluno contar, interpretar e calcular desafiando-o sempre que surgem oportunidades.

As propostas para se trabalhar este conteúdo utilizarão constantemente jogos. Segundo Piaget “a importância das trocas interindividuais”, que se processam mais acentuadamente durante jogos por meio da “confrontação de pontos de vista” e considera essa ocorrência “indispensável para a elaboração do pensamento lógico”.

O objetivo geral desta oficina é construir o significado das operações com números naturais relacionando-os às situações de vida.

Os objetivos específicos são: desenvolver o raciocínio, calculando mentalmente; estabelecer a relação quantidade/símbolo explorando situações de agrupar e separar com a representação matemática de adicionar e subtrair; observar,

¹ Faculdade de Ciências Humanas de Itabira

identificar e representar às quantidades por meio da interpretação com material lúdico e construir jogos que facilitem a abstração do conteúdo.

Para trabalhar com o conceito dos operadores da adição e subtração utilizamos os seguintes passos: preparo, apresentação simbólica, abstração e fixação.

OFICINAS PEDAGÓGICAS

CICLOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL E ENSINO MÉDIO

OP14 MATEMÁTICA E MÚSICA

Chrisley Bruno Ribeiro Camargos

Daniel Fernandes Moura

Edson Marcos Gontijo

Gisele Aparecida Parreira

Keslei Marcos Miranda Lima

Marcelo Alves de Moraes

Marcos Roberto da Silva¹

Tiago Carvalho Araújo

Ricardo Siervi Natali (Orientador)

RESUMO

“A matemática e a música possuem laços profundos desde a Antiguidade. As primeiras manifestações de alguma relação entre essas áreas aparentemente tão diferentes perdem-se, como dizem os historiadores, na noite dos tempos.”² Após a pesquisa e análise das relações existentes entre a matemática e a música, observa-se a impossibilidade óbvia de abordar todas as dimensões possíveis dessas relações. Elas são múltiplas e extremamente complexas. No entanto, nesse trabalho, foram relatados alguns aspectos interessantes e de uma compreensão mais simples relacionados principalmente à História da Matemática, observando e reconstruindo a experiência feita por Pitágoras com o seu Monocórdio, no intuito de criar uma didática prática e interessante que possa servir para o aprendizado das relações de frequências sonoras, bem como uma introdução sobre logaritmos, média aritmética, média geométrica e um conceito teórico musical, salientando também, a relevante contribuição dos matemáticos da antiguidade na construção de escalas e criação do “Temperamento Musical” atingido no século XVIII, utilizado até hoje como base da maioria das melodias musicais criadas em todo o mundo, principalmente no Ocidente.

¹ Estudantes do 3º Período de Matemática da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco. Av. Laerton Paulinelli, 153, B: Monsenhor Parreiras, Luz/MG. [Http: www.fasf.edu.br](http://www.fasf.edu.br), e-mail: breakout@catedralnet.com.br

² ABDOUNUR, Oscar João. Matemática e música: pensamento analógico na construção de significados. São Paulo: Escrituras Editora, 1999. p.VII

Esse trabalho tem como objetivo colaborar de alguma forma para o ensino de matemática, pois acredita-se que com a exemplificação concreta e a aplicação prática, fazendo com que o aluno passe a redescobrir a matemática, seria possível conseguir reatar o interesse dos jovens por essa disciplina considerada pela maioria como desinteressante, complexa e obsoleta, pois, quando se consegue conquistar o interesse em aprender, se torna mais fácil a compreensão de qualquer conteúdo científico.

Palavras-chave: Matemática, história, aprendizado, música, temperamento musical, redescobrir, reatar, interesse.

OP15 EXPLORANDO AS PROPRIEDADES DAS CÔNICAS ATRAVÉS DA MANIPULAÇÃO DE MATERIAIS CONCRETOS: ELIPSE, PARÁBOLA E HIPÉRBOLE.

Claudimar Lopes¹

Fernanda Aparecida Ferreira²

Gilmer Jacinto Peres²

Renata Alves Costa¹

RESUMO

A teoria de Piaget (1970) – construtivismo - enfatiza, quase que exclusivamente, que o conhecimento se dá a partir da interação sujeito/ambiente através de manipulações. A construção ativa e autônoma do conhecimento, provocado por rupturas mentais, acontece quando o próprio sujeito conflita o conhecimento que já dispõe com uma nova situação.

Atualmente, pesquisas voltadas para a Educação Matemática discutem a utilização do material concreto. As discussões enfocam se tais materiais contribuem ou prejudicam no processo ensino/aprendizagem.

Pretende-se com a oficina, explorar através da manipulação de materiais previamente confeccionados, os conceitos e propriedades da Elipse, Parábola e Hipérbole. A intenção da referida atividade é introduzir as propriedades fundamentais das cônicas por meio da visualização e manipulação. A confecção do material como um recurso didático também é proposta da oficina.

¹ Pós-graduanda em Educação Matemática pela PUC-Minas.

² Especialista em Educação Matemática pela PUC-Minas.

OP16 DISCUTINDO A IMPORTÂNCIA DE SE AVALIAR O LIVRO DIDÁTICO

Elenice de Souza Lodron Zuin¹

Elísia Terezinha Melgaço de Afonsêca²

Denise dos Santos Toledo *

Joaquim Teixeira de Andrade Júnior **

Nílcio Nogueira do Amaral Júnior *

Nilza de Souza Santana Oliveira **

Poliana Prata Januário *

Regiane Aparecida da Silva *

O livro didático no Brasil, muitas vezes, é o único instrumento do professor para conduzir as suas aulas e a única fonte de consulta para os alunos. “O Ministério da Educação, considerada a qualidade do ensino fundamental oferecido nas escolas públicas brasileiras, estabeleceu como uma das prioridades de ação o aprimoramento do livro didático”. ³ Assim, um livro só é adotado pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) e comprado para ser distribuído nas escolas públicas, se for realizada uma avaliação pedagógica do mesmo através da Secretaria de Educação (SEF) dentro do PNLD (Programa Nacional do Livro Didático).

Os critérios estabelecidos pelo MEC para a análise de livros didáticos atendem as exigências dos professores? Eles vão ao encontro das propostas dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática? Quais são os livros recomendados pelo PNLD 2004?

Nesta oficina, pretendemos apresentar e discutir os critérios que têm sido utilizados pelo MEC para análise de livros didáticos de Matemática.

¹ Professora do Departamento de Matemática e Estatística e do Instituto de Ciências Humanas da PUC Minas - Chefe do Departamento de Ciências Exatas da FEAMIG.

² Professora Instituto de Ciências Humanas da PUC Minas

* Acadêmicos do curso de Licenciatura em Matemática da PUC Minas – Estagiários do projeto

** Licenciados em Matemática pela PUC Minas

³ Projeto de Avaliação de Livros Didáticos de 1ª a 8ª Série. Disponível em: <<http://www.mec.gov.br/sef/fundamental/avalidid.shtm>> . Acesso em: 2 ago. 2003

Como não existe uma avaliação dos livros didáticos de Desenho Geométrico, pelo MEC, desenvolvemos um projeto de pesquisa e elaboramos uma ficha de avaliação (já encaminhada para o MEC), a qual, também, será apresentada nesta oficina.

OP17 CONFEÇÃO DE SÓLIDOS GEOMÉTRICOS

Flávia Trópia Barreto de Andrade

Tatiana Reis Bastos

RESUMO

O principal objetivo dessa oficina é mostrar como a manipulação e a visualização de sólidos geométricos construídos pelos próprios alunos podem facilitar a aquisição de seu conhecimento. Na oficina ensinaremos como montar diversos sólidos utilizando canudinhos de refrigerante e linha, material fácil de adquirir e de utilizar. Mostraremos como o conhecimento se dá sem que nós, professores, tenhamos que transmiti-lo, apenas mediá-lo. Essa construção pode ser proposta pelo professor aos seus alunos que, ao montarem sua própria figura espacial serão capazes de identificar os seus elementos, de encontrar a sua área e seu volume, sem ficarem presos a fórmulas decoradas. O trabalho em grupo ainda pode propiciar aos alunos a possibilidade de discutir, trocar idéias e comparar suas figuras, podendo chegar a conclusões muito interessantes e úteis.

Essa atividade em sala de aula pode ser efetuada através de um roteiro elaborado pelo professor (nós também faremos sugestões de alguns) e da intervenção do mesmo nas construções de seus alunos. Já realizamos essa atividade em nossas salas de aula e levaremos para os professores algumas construções dos nossos alunos e, sobretudo, o depoimento de muitos deles, relatando como essa atividade concreta pode auxiliar a aprendizagem da geometria espacial, tornando-a mais agradável e efetiva.

**OP18 ERATÓSTENES DE CIRENE MEDINDO A CIRCUNFERÊNCIA DA TERRA
250 ANOS ANTES DE CRISTO.
(INTEGRANDO A MATEMÁTICA, A GEOGRAFIA E A ASTRONOMIA)**

Elenice de Souza Lodron Zuin¹

Cristina de Souza Silva²

RESUMO

Eratóstenes (276 – 194 a.C.) foi um matemático e geógrafo grego, nascido na cidade Cirene (atualmente, Líbia). O método utilizado por ele para medir a circunferência terrestre foi descrito na sua obra *Geographiká*, constituída de três volumes. No entanto, apenas alguns fragmentos dos seus escritos foram preservados. Kleomedes, que viveu 200 anos após Eratóstenes, escreveu *De motu circular*, sendo esta a fonte a qual possibilitou estudos subsequentes comprovando o feito de Eratóstenes.

Nesta oficina estaremos discutindo o método utilizado por Eratóstenes, reconstituindo a História, fazendo pontes entre a Matemática, a Geografia e a Astronomia.

É um dos nossos objetivos que os participantes possam não só compreender o método, como utilizá-los em suas aulas, já que o mesmo é acessível para alunos da 8ª série do ensino fundamental. O tema abordado pode ser utilizado para desenvolver um projeto integrando todas as disciplinas.

A História da Matemática, valorizada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática, se constitui no eixo norteador desta oficina.

¹ Professora do Departamento de Matemática e Estatística da PUC Minas – Professora do curso de Especialização em Educação Matemática da PUC Minas – Chefe do Departamento de Ciências Exatas da FEAMIG – Sócia Fundadora da Sociedade Brasileira de História da Matemática – Especialista em Matemática Superior (PUC Minas) – Mestre em Educação (UFMG) – Doutoranda em Educação Matemática (PUC SP)

² Mestranda em Engenharia de Produção (UFSC) – Especialista em Ensino de Ciências (CECIMIG/UFMG) – Especialista em Ciências do Ambiente (PUC Minas)

OP19 GEOMETRIA DAS EMBALAGENS NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

Priscila Coelho Lima¹

Marina Eliza Pacífico Quirino²

Paula Resende Adelino²

Vinícius Lage de Oliveira³

RESUMO

A oficina consiste numa atividade em grupo que visa discutir e relacionar as propriedades e os conceitos da geometria com as finalidades e características das embalagens. A partir da observação, orientada por um roteiro, será proposta uma reflexão acerca das características, funcionalidade e acessibilidade das embalagens.

Essa atividade, originalmente elaborada para professores em formação⁴, foi adaptada para alunos Jovens e Adultos do 2º segmento do Ensino Fundamental, visto que é primordial tentar aproximar o conhecimento com cotidiano desses alunos e com conhecimento escolar, especialmente quando se trabalha na EJA.

¹ Graduada em Matemática-Licenciatura pela UFMG. Professora-monitona de Matemática do Projeto de Ensino Fundamental de Jovens e Adultos, Segundo segmento (PROEF-II) / UFMG.

² Estudante de Matemática-Licenciatura na UFMG. Professora-monitona de Matemática do Projeto de Ensino Fundamental de Jovens e Adultos, Segundo segmento (PROEF-II) / UFMG.

³ Estudante de Matemática-Licenciatura na UFMG. Professor-monitor de Matemática do Projeto de Ensino Fundamental de Jovens e Adultos, Segundo segmento (PROEF-II) / UFMG.

⁴ Sugestão adaptada de FONSECA, Maria da Conceição F.R.; LOPES, Maria da Penha; BARBOSA, Maria das Graças Gomes; GOMES, Maria Laura Magalhães e DAYRELL, Mônica Maria machado S.S. *O Ensino de Geometria na Escola Fundamental – Três questões para a formação do professor dos ciclos iniciais*. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

OP20 EXPLORANDO A PROPORCIONALIDADE COM O TEOREMA DE TALES

Christina Muniz Borges Carvalho¹

Lenir Nogueira Maia Madeira²

RESUMO

Esperamos com esse projeto facilitar a compreensão da proporcionalidade na ampliação e redução de objetos presentes em nosso cotidiano.

O objetivo da oficina é compreender e explicitar verbalmente a razão entre o objeto e sua ampliação ou redução, tendo como base o Teorema de Tales.

No primeiro momento os participantes num total de vinte e cinco serão distribuídos em cinco grupos; farão uma pesquisa orientada sobre a vida e obra de Tales, com uma apresentação e debate pelos participantes. (Forneceremos material para a pesquisa).

No segundo momento trabalharemos em sala de aula com: razão, proporção, demonstração e aplicação do Teorema de Tales.

No terceiro momento os grupos irão obter uma razão, através da qual construirão uma maquete, ficando esta de livre escolha do grupo (uma casa, uma igreja, uma praça, um prédio, etc.). Concomitantemente farão um relatório explicativo dos passos da modelagem da maquete, onde se espera que os objetivos propostos sejam alcançados.

No quarto momento será feito uma socialização, onde cada grupo irá relatar a elaboração e a montagem de suas atividades.

¹ Professora de Matemática; com especialização em Psicopedagogia.

² Professora de Matemática; com especialização em Metodologia da Matemática e Psicopedagogia e Mestre em Educação.

OP21 VISUALIZANDO A CONGRUÊNCIA DE FIGURAS PLANAS ATRAVÉS DOS MOVIMENTOS RÍGIDOS

Sérgio Alves¹

RESUMO:

Não é recente a confusão existente entre diversos professores nas questões envolvendo a congruência e a semelhança de figuras planas, fato este causado evidentemente pela não compreensão do tema.

Comparando como o assunto é abordado em alguns textos didáticos publicados nas últimas décadas, observamos que o papel desempenhado pelos “movimentos” (no sentido de superposição), outrora enfatizado, é nos mais modernos reduzido a simples observações. Os casos de congruência são enunciados em termos de lados e ângulos correspondentes congruentes e vem acompanhados por exercícios de fixação onde a idéia da superposição (quando apresentada!) vai se diluindo, realçando-se combinações de letras como LAL, ALA, LLL que com o passar do tempo perdem seu significado.

Este distanciamento entre as noções de congruência (e semelhança) e a utilização dos “movimentos” é, a nosso ver, uma das principais causas da má compreensão do tema.

Nesta oficina apresentamos uma série de atividades que tentam valorizar o papel da “Geometria das Transformações” no ensino de Geometria. Não somente a idéia da congruência é melhor assimilada e compreendida a partir da visualização dos movimentos, como também devemos explorar o inestimável valor pedagógico das transformações obtido pelo caráter eminentemente dinâmico que elas imprimem à Geometria.

¹ Docente do IME-USP. Membro da diretoria do CAEM (Centro de Aperfeiçoamento do Ensino de Matemática). Responsável por uma seção da RPM. E-mail : salves@ime.usp.br

OP22 NÚMEROS: CONTEXTUALIZAÇÃO E CONEXÕES

Ana Lúcia Bordeaux¹

RESUMO

Esta oficina visa proporcionar ao professor vivência de atividades para o estudo dos números, ao explorar o uso de jornais e afins como recurso didático, numa abordagem que favoreça a contextualização e a conexão desse tema com outros da própria matemática, com outras disciplinas e com temas transversais. Ao elaborar atividades utilizando-se desse recurso didático, o professor dá oportunidade para que os alunos percebam as funções dos números, suas representações e seus significados propiciando uma análise crítica de textos veiculados em jornais etc. Além disso, é um excelente recurso para tornar significativo e prazeroso o processo de ensino-aprendizagem em matemática propiciando a discussão de temas fundamentais para a formação do cidadão.

¹ Professora licenciada em Matemática da rede pública do Estado do Rio de Janeiro, Mestre em Educação Matemática e co-autora das coleções Matemática na Vida e na Escola 1ª à 4ª séries, Matemática na Vida e na Escola 5ª à 8ª séries, da Editora do Brasil. E-mail: albordeaux@uol.com.br

RESUMO

O objetivo desse mini-curso é apresentar Modelos Matemáticos como uma relação que é matematizada a partir da observação de fenômenos naturais que tenham comportamento mais ou menos ideal. Essa matematização, devidamente interpretada, conduz a uma equação que com recursos matemáticos pode se obter uma solução e assim dar uma resposta ao problema observado. Para o desenvolvimento desse mini-curso iniciamos este trabalho considerando dois problemas aplicados. O primeiro consiste em determinar o coeficiente angular (inclinação) da reta tangente em um ponto do gráfico de uma função, e o segundo, em definir a velocidade de um objeto em movimento retilíneo. Serão apresentados modelos simples onde não há a interferência de muitas variáveis (quando se considera as variáveis intervenientes em um determinado fenômeno o problema se torna mais complexo) e que serve para uma gama notável de fenômenos naturais, qualquer um envolvendo uma quantidade cuja *taxa de variação* seja, em cada instante, proporcional a seu valor nesse instante. Finalmente, pretende-se apresentar modelos de equações diferenciais simples, cuja solução é uma equação exponencial. Com a aplicação de logaritmos obtém-se a solução da equação exponencial. Esses modelos tem a finalidade de apresentar alternativa que pode ser trabalhada com alunos do Ensino Médio incentivando a aplicação de logaritmos em problemas práticos. Os modelos apresentados serão os seguintes: Crescimento populacional, Decaimento Radioativo, Eliminação de Droga, Lei de Resfriamento e Aquecimento e Juros Compostos.

¹ Docente da Unipar. E-mail: décio@unipar.br

OP24 A ESTATÍSTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Sandra Maria Sousa de Oliveira ¹

José Divino Neves ²

RESUMO

No Ensino Fundamental, a Estatística não deve ser vista apenas como pré-requisito para estudos posteriores. É preciso que seu ensino esteja voltado à formação do cidadão. Ao acompanhar uma pesquisa, comprar objetos, à vista ou a prazo, calcular e comparar salários, as pessoas aplicam conceitos estatísticos, fazem operações, comparam dados e utilizam o raciocínio lógico. São habilidades que devem ser adquiridas já nas primeiras séries iniciais. Por estar tão presentes no cotidiano, dá ao professor a chance de desafiar seus alunos e encontrar soluções mais práticas e viáveis, para questões que enfrentam na vida diária.

Portanto, estamos propondo a oficina: *A Estatística no Ensino Fundamental* que será desenvolvida de forma multidisciplinar, utilizando: dobraduras, explorando conceitos geométricos (forma, vértices, lados, congruência, semelhança, consecutivo, etc.); desenhos: retratação de partes do cotidiano de cada participante; classificação (classificação, por categorias, dos desenhos de cada participante) e análise e interpretação (será pautada nas várias disciplinas da grade curricular do Ensino Fundamental).

¹ – Mestranda em Educação pela UFRRJ, Professora titular de Matemática e Estatística do CEFET-Uberaba/MG e Professora de 1º e 2º graus da Rede Municipal de Ensino de Uberaba/MG.

² Pós-graduado em Matemática pela UFU, Professor de Matemática e Geometria no Colégio Marista Diocesano, Colégio Nossa Senhora das Dores e Rede Municipal de Ensino de Uberaba.

OP25 A PROBABILIDADE E OS JOGOS DE AZAR

Vânia Rodrigues Nunes ¹

RESUMO

Objetivos: vivenciar jogos de resultados aleatórios; identificar, apresentar ou quantificar as várias possibilidades de uma dada situação; calcular as chances de uma possibilidade (evento) ocorrer (com base em idéias desenvolvidas na análise do jogo), através de porcentagem e discutir e avaliar as chances dos jogos da Loteria Federal.

O trabalho inicia-se com a história da teoria das probabilidades e sua ligação com os jogos de azar. Prossegue com a construção de um jogo de dominó com as peças usando os números de 0 a 4, determinando a árvore das possibilidades e a probabilidade (na forma de razão e porcentagem) de se obter uma peça com determinada característica. (Possibilidades e probabilidades). Proposta de um jogo de desafio onde um participante desafia o outro a tirar do dominó, aleatoriamente, uma peça com determinada característica que apresente uma probabilidade pequena, mas não nula. A seguir cabe uma análise aos jogos da Loteria Federal, suas chances de ganhar e uma análise de estudos sobre o perfil dos apostadores no Brasil. É uma oficina para alunos de ensino fundamental, seguindo orientações dos PCN's.

¹ Colégio Promove Pampulha (7ª série).

RESUMO

A avaliação é hoje, sem dúvida, um elemento essencial ao processo educativo. Sua importância tem aumentando gradativamente ao longo do século passado, e vertiginosamente neste início de século, ao incorporar novos conceitos. O novo paradigma da avaliação traz consigo uma conotação de instrumento para apoio e promoção da aprendizagem, contrapondo-se à idéia de classificação e seleção proposta pela sua concepção tradicional vigente.

É objetivo desta oficina clarificar as etapas que constituem uma avaliação e auxiliar os educadores matemáticos na construção do processo avaliativo na sala de aula. Para atingir tal objetivo abordaremos a avaliação enquanto processo de pesquisa, onde o objeto a ser pesquisado é a evolução do processo ensino-aprendizagem e a aprendizagem do educando.

Salientamos que a construção da avaliação e a avaliação em si devem desencadear uma reflexão crítica sobre a prática docente, para os professores, e sobre o trabalho desenvolvido, para os alunos, a fim de que a avaliação se torne mais do que uma parte burocrática do processo educativo e auxilie a aprendizagem da matemática, além de colaborar com a formação de um cidadão mais crítico, reflexivo e participativo na comunidade em que vive.

¹ Mestre em Educação Matemática - UNESP, Rio Claro – SP. Professor da UNIVALE - Universidade Vale do Rio Doce, Governador Valadares – MG.

OP27 CONSTRUÇÃO DOS POLIEDROS DE PLATÃO ATRAVÉS DE DOBRADURAS

Caroline Mendes dos Passos ¹

Cirléia Pereira Barbosa ²

RESUMO

A presente oficina foi desenvolvida a partir de atividades realizadas no NIEPEM (Núcleo Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática) da UFOP, junto a professores de Matemática da região de Ouro Preto.

Escolhemos o tema Dobraduras devido ao grande interesse de professores e alunos pelo tema, e principalmente, pelo fato dessa técnica permitir às pessoas trabalharem com sensações, emoções e habilidades importantes de ser humano, que objetivam ao relaxamento, o controle da ansiedade, a terapia contra o stress, o equilíbrio emocional, a paciência, a criatividade, o conhecimento matemático, a coordenação motora e o autoconhecimento.

Tendo em vista a grande dificuldade dos professores com relação ao ensino de Geometria, a oficina em questão pretende construir alguns sólidos geométricos através de dobraduras, mais precisamente, serão construídos os Poliedros de Platão, que constituem os cinco poliedros regulares, quais sejam: cubo; tetraedro; octaedro; dodecaedro; e icosaedro.

Sabemos que, para os nossos alunos, entender conceitos matemáticos é algo bastante difícil, pois em geral, tais conceitos são muito abstratos. Dessa forma, o trabalho com Dobraduras pode significar, para o professor, um importante auxílio na introdução de conceitos matemáticos como, neste caso, a Geometria e, para o aluno, uma agradável maneira de estudar e aprender matemática.

¹ Especialização em Ed. Matemática, UFOP.

² Estudante 5º período – Licenciatura em Matemática, UFOP.

OP28 SEQÜÊNCIAS DIDÁTICAS E O ENSINO DE MATEMÁTICA

Maria da Penha Lopes¹

Maria das Graças Gomes Barbosa¹

Vanessa Sena Tomaz¹

RESUMO

Visando contribuir para uma melhoria da prática pedagógica, o curso pretende estabelecer critérios práticos de análise e referenciais teóricos que contribuam para uma reflexão crítica do fazer pedagógico do professor.

Um desses critérios é o modo como se configuram as seqüências didáticas de atividades em sala de aula.

Desse modo, nesse curso, os professores terão oportunidade de analisar diferentes seqüências didáticas sobre o ensino de Matemática, e, juntos, buscar um conjunto de ações ordenadas, estruturadas e articuladas que promovam uma aprendizagem do conteúdo de forma significativa.

Objetivos: discutir o conceito de seqüências didáticas no ensino de Matemática; analisar seqüências didáticas a partir de conteúdos de Matemática e criar, planejar e construir seqüências didáticas que possibilitem aos alunos aprendizagens significativas.

¹ Faculdades Integradas de Pedro Leopoldo

OP29 CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS COM DOBRADURAS

Ana Carolina Leite

Juliana Batista Faria

Michel Spira (orientador)¹

RESUMO

O objetivo desta oficina é apresentar para os professores dos Ensinos Fundamental e Médio (a partir da 5^a série) atividades baseadas em dobraduras de papel como um recurso didático no ensino de Geometria.

O trabalho com dobraduras enriquece o pensamento geométrico dos alunos, pois possibilita a exploração lúdica de conceitos e entidades geométricas, com grau de rigor técnico variável a critério do professor. As construções com dobraduras permitem também, por sua facilidade e precisão, a visualização de resultados clássicos de geometria plana. Notamos também que atividades com dobraduras propiciam o desenvolvimento do senso estético e do controle motor dos alunos.

No decorrer da oficina, pretende-se trabalhar com construções básicas (perpendiculares, paralelas, mediatrizes e bissetrizes) e construções de polígonos regulares. Em particular, o trabalho com dobraduras permite ilustrar vários pontos notáveis de triângulos.

¹ Professor do Departamento de Matemática / UFMG

OP30 CONSTRUÇÃO DE UM TEODOLITO COM MATERIAL RECICLADO

Bricio Garcia Carvalho Duarte

Carlos A. Mendes Santos

Cláudio Mendes Machado

Daniela de Fátima S. Mendes

João Alberto R. de Farias

Mateus Moreira Garcia

Poliana Rodrigues Santos

Ricardo Siervi Natali (orientador)

RESUMO

Iniciando os trabalhos, será dada uma explanação de como é o funcionamento de um teodolito convencional, para que possa compreender o funcionamento do nosso aparelho artesanal. Na seqüência será dado o procedimento de construção.

A utilização do aparelho artesanal tem como objetivo mostrar aplicações práticas de conhecimentos teóricos envolvendo razões trigonométricas. Na oficina serão aplicadas razões trigonométricas fundamentais, tais como seno, co-seno e tangente dos ângulos aferidos; e o teodolito será construído e utilizado pelos próprios participantes da oficina com medidas de distância pré-estabelecidas e fórmulas trigonométricas já citadas.

Desta forma, espera-se, que os participantes fiquem interessados com o método de aplicação prática de trigonometria, afirmando que esse modo de ensino é que faz despertar o interesse e a curiosidade dos alunos em sala de aula pela Matemática.

OP31 OFICINA DE MONTAGENS GEOMÉTRICAS

Stênio Menezes

Átila Azevedo

Jefferson Costa

Eduardo, Nilton e Sulamita¹

RESUMO

A cada ano a equipe de professores de matemática do Colégio Santa Marcelina apresenta uma oficina diferente ao público que visita a Mostra Científico Cultural do colégio, nesta oportunidade apresentamos duas experiências que produziram ótimos resultados.

Nesta oficina apresentamos diversos materiais de fácil acesso e preparo que através de atividades simples como a dobradura ou a montagem de material concreto, facilitam a percepção das estruturas espaciais e possibilitam a motivação dos alunos para o trabalho geométrico além de diagnosticar o desenvolvimento de habilidades de precisão e visualização.

¹ Equipe do Colégio Santa Marcelina

OP32 GEOMETRIZAÇÃO DA ÁLGEBRA

Révero Campos da Silva¹

Lamounier Josino da Silva¹

RESUMO

“Geometrização da Álgebra” é a utilização da geometria (perímetro e área de retângulos) como recurso metodológico para se apresentar a álgebra ao realizar operações com polinômios. Nosso trabalho se aterá, sobretudo à álgebra da 7ª série do ensino fundamental. A experiência tem mostrado que a prática do ensino da álgebra, de um modo geral, não atrai os alunos, principalmente os do ensino fundamental, pois este assunto é muito abstrato e a faixa etária não corresponde ao estágio formal da abstração pura e simples. Será que esses alunos aplicariam a álgebra com mais satisfação e motivação se usassem a geometria como recurso para compreensão de seu significado? Essa proposta de trabalho é importante não apenas porque cria estratégias e procedimentos para tornar a álgebra mais acessível, mas também porque a torna lúdica, mais agradável e desafiadora, causando um aumento significativo do índice de aprendizagem.

¹ Professores PUC Minas / Betim

OP33 USANDO CALCULADORA PARA ENSINAR MATEMÁTICA

Clever Alan Martins ¹

Elisângela da Silva Ribeiro ¹

RESUMO

O objetivo dessa oficina é contribuir para a ampliação do uso das calculadoras simples nas aulas de Matemática do Ensino Fundamental, apresentando possibilidades de exploração desse equipamento na aquisição de conceitos e habilidades matemáticas, especialmente as que dizem respeito a propriedades de alguns conjuntos numéricos.

Os participantes realizarão atividades nas quais serão explorados os recursos desse equipamento para realização investigações que possibilitem questionamentos dos conceitos matemáticos adquiridos na formação ou na prática docente; e, ainda, discutir sobre as possibilidades e limites da utilização desse recurso tecnológico em seu trabalho como professores.

Essa oficina foi elaborada a partir do trabalho realizado no projeto de Iniciação Científica: A calculadora como recurso didático no ensino-aprendizagem da Matemática: análise das propostas apresentadas nos livros didáticos do Ensino Fundamental desenvolvido no Centro Universitário de Belo Horizonte (UNI-BH).

¹ Alunos do 6º período do curso de Matemática do UNI-BH

OP34 MOVIMENTO DE GRÁFICOS: TRANSLAÇÃO E REFLEXÃO

RESUMO

Há um provérbio chinês que exprime uma verdade fundamental sobre o estudo da matemática: “Uma boa figura vale mais que mil palavras”. Estamos nos referindo à importância de representações gráficas para a compreensão e interpretação de problemas matemáticos.

Ao longo de nossa trajetória docente temos percebido que tais representações têm se mostrado, para muitos, um entrave na busca dos objetivos educacionais propostos pelo processo de ensino e aprendizagem da Matemática.

A proposta desta oficina consiste em mostrar aos participantes que a representação geométrica das funções no plano cartesiano pode ser extremamente simplificada através da translação e reflexão.

Apesar deste assunto facilitar o entendimento e interpretação de problemas geométricos, ele quase não é explorado nos livros didáticos do Ensino Médio.

Através de uma forma interativa, atraente e didática, vamos desenvolver as atividades utilizando material manipulativo, partindo dos gráficos de funções elementares para construção de gráficos de funções mais complexas, a fim de que o educando possa trabalhar com maior segurança e interesse na construção e na análise de gráficos.

OP35 POLINÔMIOS COLORIDOS

Mauro Luiz da Silva ¹

Maria José Botelho

RESUMO

A oficina trabalha os polinômios com o emprego de quadrados e retângulos coloridos em exercícios de cálculos algébricos.

As áreas das figuras e as cores servem de referência para a codificação e decodificação dos polinômios. As operações são também trabalhadas com essa referência e com a exploração dos dois lados das figuras para representação dos opostos.

Essa espécie de jogo com material concreto avança até aos produtos notáveis construídos pelos alunos.

A reversibilidade é tratada possibilitando vencer, posteriormente, dificuldades em equações e sistemas.

¹ Professor do Colégio Marista Dom Silvério. E-mails: mauroluizsilva@aol.com ;
mauroluizsilva@ig.com.br

OP36 A INTERDISCIPLINARIDADE NA ARTE FOTOGRÁFICA

RESUMO

Muitas pessoas apreciam registrar seus momentos agradáveis em fotografias utilizando, sem saber, a riqueza de conceitos científicos existentes nesta bela arte, que são estudados, em sua maioria, nas salas de aula do Ensino Fundamental e Médio.

Descobrir esses conceitos, enfatizando sua importância em todo o processo fotográfico, é o principal objetivo desta oficina.

O trabalho começará com um relato histórico sobre fotografia, reportando o ouvinte aos fatos que estimularam o interesse e o aperfeiçoamento de câmaras fotográficas e de processos químicos mais refinados.

Em seguida, o trabalho será feito com material fotográfico (câmara, papel, etc). Serão exploradas as relações matemáticas e físicas existentes no funcionamento da câmara, e as relações químicas existentes na formação da imagem fotográfica.

Por fim, referenciando o princípio de tudo, estudaremos uma câmara escura, também chamada de Pinhole. É um processo alternativo de fotografar, sem o uso de equipamentos convencionais, mas que conserva todos os conceitos referidos até o momento.

A oficina objetiva buscar situações que permitam aos alunos e alunas construir, gradativamente, seus conceitos, a fim de torná-los os próprios organizadores de sua aprendizagem, ficando a cargo do/da professor/professora orientá-los corretamente nesta caminhada.

OP37 FRACTAIS

Elaine Gouvêa Pimentel ¹

Fernando Oliveira ²

RESUMO

Fractais estão à nossa volta: nas formas de montanhas, nas extremidades de costas oceânicas, em folhas de algumas árvores ou no sistema cardiovascular humano. Todas essas formações da natureza apresentam uma estrutura auto-similar, que se repete.

Na verdade, as figuras fractais representam processos que são idealizações simplificadas da realidade. Nenhuma estrutura real pode ser magnificada repetidamente um número infinito de vezes e ainda parecer-se com o original. Desta forma, o princípio de auto-similaridade é realizado aproximadamente na natureza.

O estudo de fractais está ligado ao entendimento da relação entre caos e ordem, onde a região de transição de um estado para o outro pode ser tão complexa quanto possível.

Esta oficina tem como objetivo introduzir, para professores de matemática do ensino médio, os conceitos de estruturas fractais, auto-similaridade e dimensão.

Em um primeiro momento, será feita uma exposição sobre fractais, onde os conceitos acima mencionados serão apresentados de maneira simples e adequada ao público alvo escolhido.

Na parte prática, os alunos deverão confeccionar cartões decorativos com motivos fractais 3-dimensionais.

¹ e-mail: elaine@mat.ufmg.br, pimentel@dcc.ufmg.br .

URL: <http://www.mat.ufmg.br/~elaine> , <http://www.dcc.ufmg.br/~pimentel>

² e-mail: fernando@mat.ufmg.br URL: <http://www.mat.ufmg.br/~fernando>

RESUMO

O universo é formado por bilhões de galáxias que se distanciam umas das outras continuamente. A pergunta natural que surge então é: o universo vai continuar se expandindo continuamente? Ou será que pode eventualmente colapsar?

Para tentar responder tal pergunta, é necessário que se estude as possíveis "formas" do universo, ou seja, é preciso saber quais são as suas prováveis topologia e geometria. A presente oficina visa a apresentação de algumas superfícies e variedades de dimensão 3. Ao final da apresentação, será apresentado um método de construção de superfícies utilizando modelos "fatiados" como mostrado na figura abaixo.

As superfícies são definidas por dois conjuntos de "fatias" paralelas. Utilizando diferentes cores para fatias em cada direção, os padrões gerados quando o modelo é manipulado são atrativos e inesperados.

¹ e-mail: elaine@mat.ufmg.br, pimentel@dcc.ufmg.br

URL: <http://www.mat.ufmg.br/~elaine> , <http://www.dcc.ufmg.br/~pimentel>

OP39 O TANGRAN NO ENSINO FUNDAMENTAL

Crislen Soeiro

Ana Paula Resende Lara

Cláudio Henrique Ferreira Brandão

Giovane Teixeira Chaves

RESUMO

Nosso trabalho consiste em abordar as diversas formas de utilização do Tangran no ensino fundamental.

O trabalho começará com a apresentação do Tangran e em seguida abordaremos os seguintes aspectos: história; materiais que podem ser utilizados na sua construção; diversidades de formas e softwares relacionados.

Em um segundo momento, construiremos o Tangran através de dobraduras e cortes em folhas. Mostraremos como ele pode ser empregado nas aulas de matemática com diferentes objetivos: identificação de formas geométricas; composição e decomposição de figuras; exploração do conceito de área; problemas envolvendo o teorema de Pitágoras e relação área-perímetro.

O objetivo da oficina é a construção do Tangran e sua manipulação, relacionando-o à sua aplicabilidade nos conteúdos matemáticos.

OFICINAS PEDAGÓGICAS

OFICINAS COM RECURSOS COMPUTACIONAIS

OP40 CABRI GÉOMÈTRE, A MATEMÁTICA É DINÂMICA!

Cleusa Maria Gontijo Moreira¹

Donizete Vasconcelos Oliveira²

RESUMO

As tecnologias devem estar cada vez mais incorporando-se aos objetivos de ensino e da aprendizagem e não serem tratadas como meros acréscimos ao ambiente escolar.

Esta oficina pretende explorar o uso de telemática e do *Software Cabri Géomètre* como um recurso dinâmico no estudo e construção de conhecimento matemático.

Objetiva, ainda, incentivar professores e alunos a se apropriarem dos recursos computacionais como um instrumento importante na construção de significados no processo educativo, tanto na aprendizagem de conteúdo matemático como na aprendizagem colaborativa com o suporte telemático. Nesse caso, através do uso de listas e fóruns de discussão. Serão utilizados como recursos para a realização da oficina *sites* sobre o *Cabri* e a versão *Cabri Java* e *Cabri Géomètre II para Windows*.

Serão desenvolvidas atividades de construção e movimento de figuras geométricas, que mediante discussão deverão resultar em elaborações conceituais. Exploração de propriedades e conceitos geométricos a partir de construções existentes na Web, e, ainda, a utilização de ferramentas de internet como listas de discussão e o fórum existente na página do Grupo de Estudos Lingüísticos On-line – GELO, para construção de mais uma comunidade de aprendizagem colaborativa on-line.

¹ MOREIRA, Cleusa Maria Gontijo é Mestre em Educação Tecnológica pelo CEFET – MG e Coordenadora do projeto de Informática Educativa da Secretaria Municipal de Educação de Betim.

² OLIVEIRA, Donizete Vasconcelos é licenciado em Matemática pela PUC Minas, cursa especialização em Educação Matemática pela UEMG e atua no projeto de Informática Educativa da Secretaria Municipal de Educação de Betim.

INSERINDO ANIMAÇÃO E INTERATIVIDADE EM SUA PÁGINA WEB¹

Teresinha Fumi Kawasaki

Luiz Carlos da Silva Luz

RESUMO

Nos últimos anos, a utilização da Internet como ferramenta de apoio ao ensino/aprendizagem de conteúdos diversos tem aumentado de maneira significativa. O desenvolvimento da linguagem de programação Java, entre outras ferramentas, mudou de maneira significativa as faces das antigas páginas *WEB*, permitindo ao usuário maior interatividade com as mesmas. Na linguagem Java, é possível criar aplicativos que podem ser visualizados pela Internet - os *applets* Java. Para tanto, basta que o usuário possua um *browser* habilitado para interpretar códigos em Java (e.g; Netscape e Internet Explorer).

Desde a criação da linguagem Java, em todo o mundo, muitos *applets* foram criados e colocados disponíveis para o público. Este fato permite que o professor, leigo em programação, busque alguns *applets* na rede e os insira em sua página *WEB*. Nesta oficina pretendemos explorar o potencial de alguns *applets* específicos para o ensino/aprendizagem de tópicos matemáticos, pesquisar sites de onde podemos baixar gratuitamente tais aplicativos e, finalmente, inserir um *applet* em sua página *WEB*. É nosso objetivo também, discutir o possível papel que pode cumprir a utilização de tal ferramenta no processo de ensino/aprendizagem de matemática.

¹ Oficina sob responsabilidade do Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática e Novas Tecnologias (GEPEMNT), sediado no Departamento de Matemática, UFMG e cadastrado no CNPq.

OP42 REPRESENTAÇÕES DE UMA MESMA FUNÇÃO: INVESTIGAÇÕES COM COMPUTADORES

Cláudia Regina da Silva Lima ¹
Fernanda Bittencourt Menezes ²

RESUMO

Esta oficina possui como objetivos proporcionar a participação em um ambiente de aprendizagem que envolve computadores na Educação Matemática e discutir, de forma reflexiva, o tema Novas Tecnologias e Educação Matemática. Para isso, proporemos uma atividade, utilizando o *applet* VCalc1.0.A (Kawasaki, 2002), que tem como finalidade explorar, questionar, refletir as representações visuais possíveis de uma mesma função. O VCalc1.0A é um *applet* (*software*-aplicativo Java para a Internet) projetado para investigar funções reais de uma variável e suas taxas de variação média.

Buscaremos, durante a realização da atividade, constituir um ambiente propício para que os alunos investiguem, formulando questões e procurando explicações. A possível constituição desses ambientes investigativos não se deve apenas aos computadores, mas também à atividade em si, à forma como ela é conduzida, à receptividade dos participantes, etc. Assim, na discussão teórica, procuraremos analisar a constituição, ou não, destes ambientes e as razões que levaram a isto. Então, refletiremos sobre as possibilidades de implementarmos ambientes investigativos, usando novas tecnologias, em salas de aula de matemática.

REFERÊNCIAS

Kawasaki, T. F. *Visual Calculus1.0.A*. Belo Horizonte, 2002. Software-aplicativo Java, disponível no sítio:
<http://www.mat.ufmg.br/~protem/Calc/javaClasses/VCPackage/doc.html>.

¹ Licenciada em Matemática – UFMG.

² Licencianda em Matemática – UFMG.

Quênia Lannes¹

Alex Jordane²

RESUMO

Esse trabalho tem por objetivo aprofundar o estudo de ângulo, utilizando os recursos oferecidos pelo software Logo. Discutiremos os conceitos que envolvem esse conteúdo a partir da construção de figuras estreladas. Visamos ainda possibilitar um contato com as tecnologias digitais que passarão a fazer parte do processo de aprendizagem.

Essa atividade se destina e poderá ser desenvolvida com alunos que se encontram no 3º e 4º ciclos (5ª a 8ª séries) do Ensino Fundamental (EF). Inicialmente, partimos de uma experiência realizada com alunos de 6ª série de uma escola da rede particular de Belo Horizonte e reconfiguramos a proposta considerando o novo público.

Nossa proposta é buscar, nesse trabalho, uma integração entre os recursos tecnológicos e os conceitos matemáticos desenvolvidos no EF visando uma reflexão sobre a prática de sala de aula. Reconhecemos a importância da incorporação consciente das tecnologias digitais nos processos de ensino e aprendizagem. Acreditamos, entretanto, que esse casamento só proporcionará ganhos se estiver inserido numa perspectiva reflexiva, onde os sujeitos que participam desse processo sejam, de fato, os protagonistas do espaço de aprendizagem.

Escolhemos o Logo como ferramenta por ser um software didático, gratuito e de possível acesso e fácil entendimento.

¹ Professora do Colégio Marista Dom Silvério. E-mail: qlannes@hotmail.com

² Professor do Colégio Marista Dom Silvério. E-mail: alex@planetarium.com.br

Trícia, Maria José

Wanderley

Alex Jordane ¹

RESUMO

A proposta desta oficina é contribuir significativamente para que o aluno possa não somente construir os conceitos fundamentais das razões trigonométricas, mas também aprofundar o estudo destas funções. Para tanto propomos atividades desenvolvidas com o auxílio do software Cabri-géomètre.

Acreditamos que o uso das novas tecnologias, no caso o computador, deve permitir que o aluno tenha um aprendizado baseado na investigação tendo o professor como mediador deste processo. Desta maneira os alunos podem, durante e/ou depois das atividades, tornar-se autônomos do seu processo de aprendizagem. É portanto de suma importância que tais conceitos sejam realmente assumidos pelos alunos, ocupando, o professor, o papel de provocador, mediador e orientador.

Desenvolveremos duas atividades. A primeira será construir o conceito das razões trigonométricas e pode ser desenvolvida, tanto no último ano do Ensino Fundamental quanto na 1ª ou 2ª séries do Ensino Médio. A segunda será aprofundar os conceitos, iniciando a discussão acerca das funções na circunferência trigonométrica e pode ser desenvolvida na 1ª ou 2ª séries do EM.

Assim acreditamos ser possível estabelecer uma ligação entre as atividades, mesmo que sejam trabalhadas em momentos diferentes da vida escolar do aluno.

¹ alex@planetarium.com.br

OP45 LOCALIZAÇÃO DO FOCO DE UMA PARÁBOLA POR MEIO DE ENVOLTÓRIAS EM UM AMBIENTE DE GEOMETRIA DINÂMICA

Érica Gualberto Pongelupe^{*}

Maria Cristina Rotsen de Melo[†]

Wagner Lannes[‡]

RESUMO

O objetivo desta oficina é, a partir da motivação visual do software *Cabri-Géomètre*, chegar à construção de conceitos matemáticos. Os conceitos construídos, por sua vez, estimulam o uso da ferramenta para novas descobertas por parte do aprendiz. Usamos, especificamente, a idéia de função para a construção da parábola e da reta. Investigamos as condições pelas quais uma reta é tangente a uma parábola, chegando à construção das envoltórias. Em seguida, procuramos localizar o foco, utilizando as propriedades geométricas da parábola.

^{*} Professora do Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia do UNI-BH - Mestranda em Educação Tecnológica - CEFET-MG . E-mail: proferica@ig.com.br

[†] Professora do Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia do UNI-BH - Mestre em Matemática – UFMG. E-mail: crotsen@uai.com.br

[‡] Professor do Departamento de Ciências Exatas e Tecnologia do UNI-BH - Mestre em Matemática– UFMG. E-mail: wlannes@acad.unibh.br

OP46 AS NOVAS TECNOLOGIAS E O ENSINO DE FUNÇÕES: TRABALHANDO COM O SOFTWARE GRAPHMATICA

Mariana Pinto Diniz¹

Leonardo de Assis¹

Frederico da Silva Reis (Orientador)

RESUMO

O uso dos softwares matemáticos no ensino da Matemática é, ao mesmo tempo, uma importante ferramenta na construção de conceitos e um grande desafio para os professores dessa disciplina. Como demonstram inúmeras pesquisas, uma parte significativa dos professores de Matemática não utiliza esses recursos em suas aulas por desconhecimento e falta de formação específica. O software Graphmatica mostra-se particularmente interessante uma vez que está disponível gratuitamente e é de manuseio relativamente fácil. Porém, destacamos seu potencial no ensino de funções. Ele permite, entre outras coisas, a visualização de famílias de funções e o comportamento das mesmas, facilitando a compreensão desses tópicos. Pretendemos, nessa oficina, criar uma oportunidade para os professores conhecerem o software Graphmatica e experimentarem atividades colocando-se no lugar do aluno e analisando criticamente as propostas. Além de apresentar o programa e seus principais comandos, procuraremos desenvolver funções de 1º e 2º grau no plano cartesiano, funções trigonométricas e logarítmicas, com visualização de tabelas de valores e famílias de funções, dando ênfase às variações dos coeficientes das funções quadráticas. Dada a curta duração da oficina, ofereceremos aos participantes uma apostila de apoio com um roteiro de atividades para utilização em sala de aula, relacionada aos conteúdos acima mencionados.

¹ Alunos UFOP

RESUMO

A aprendizagem precisa ser significativa e desafiadora, problematizadora e instigante a ponto de mobilizar o aluno e o grupo a buscar soluções possíveis para serem discutidas e concretizadas à luz de referenciais teóricos/práticos.

No contexto da Matemática, a aprendizagem nesta perspectiva depende de ações que caracterizam o 'fazer matemática': experimentar, interpretar, visualizar, induzir, conjecturar, abstrair, generalizar e enfim demonstrar. É o aluno agindo, diferentemente de seu papel passivo frente a uma apresentação formal do conhecimento, baseada essencialmente na transmissão ordenada de 'fatos', geralmente na forma de definições e propriedades.

O Microsoft Excel é uma planilha eletrônica que permite a manipulação de dados de uma forma simples e rápida, sendo possível instruí-la a executar vários comandos de acordo com a necessidade do usuário, desde soma até funções lógicas, tornando-a uma excelente ferramenta para a Matemática Financeira, uma vez que os cálculos envolvidos neste conteúdo são muitos grandes e penosos, sendo necessária a utilização de calculadoras.

Utilizando o Excel, os participantes irão construir planilhas que resolverão problemas do cotidiano: cálculo de prestações de compras a prazo; conferir se taxas anunciadas são corretamente aplicadas; visualizar a evolução dos pagamentos ao longo do tempo e criar tabelas financeiras.

¹ Instrutor de Matemática Financeira no Senac-MG. E-mail: fasimao@universiabrasil.net

OP48 TRABALHANDO GEOMETRIA DINÂMICA COM O SOFTWARE RÉGUA E COMPASSO

Silvia C. F. Batista¹

Gilmara T. Barcelos²

RESUMO

Visando fomentar ações para ampliar e democratizar as condições de acesso e uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e buscando a melhoria do processo ensino-aprendizagem da Matemática estamos propondo a oficina “Trabalhando Geometria Dinâmica com o *Software* Régua e Compasso” que contribuirá para a capacitação de professores de Matemática.

Esta oficina terá como objetivos: i) estimular o uso das TICs de forma interativa nas aulas de Matemática; ii) apresentar um *software* gratuito para geometria dinâmica; iii) construir conceitos geométricos utilizando o *software* Régua e Compasso. Para tanto serão desenvolvidas atividades envolvendo conteúdos de Geometria Plana, tais como: retas; semi-retas e segmentos de reta; posições relativas de duas retas no plano; ângulos; triângulos; circunferência; quadriláteros notáveis e quadriláteros inscritíveis.

¹ Professora de Matemática do CEFET-Campos/RJ. Mestranda em Engenharia de Produção – UENF.
E-mail: silviac@uenf.br

² Professora de Matemática do CEFET-Campos/RJ. Mestranda em Engenharia de Produção – UENF.
E-mail: gilmara@uenf.br

OP49 A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE GRAPHMÁTICA NO ENSINO DE FUNÇÕES.

Cristina Ferreira de Sá Tavares

Constantino Veríssimo Filho

RESUMO

Ao utilizarmos um sistema de coordenadas cartesianas, podemos traduzir conceitos e propriedades geométricas para a linguagem algébrica e reciprocamente, interpretar as relações algébricas do ponto de vista geométrico.

O objetivo da oficina é explorar as relações existentes entre a representação algébrica e a representação geométrica no ensino de funções através do software Graphmatica e discutir as vantagens desse caminho de mão dupla que liga a Álgebra à Geometria, e também socializar algumas alternativas pedagógicas de seu uso na construção de alguns conceitos relacionados à função matemática.

Graphmatica é um software gratuito, com objetivo de desenhar interativamente curvas matemáticas através de suas equações algébricas. Acreditamos que o uso do software permitirá agilidade para explorar a expressão algébrica da função associada à interpretação geométrica através da análise de gráficos, e que esta exploração contribui para a compreensão do conceito de função.

OP50 TÓPICOS DE MATEMÁTICA UTILIZANDO UMA PLANILHA ELETRÔNICA

Beatriz de Almeida Bastos ¹

Germana dos Santos ²

Lívia Narciso Beiral ²

Luciene de Souza ²

Jorge Sabatucci (orientador) ³

RESUMO

Esta oficina tem por objetivo principal explorar situações práticas em que a progressão geométrica surja naturalmente como, por exemplo, no cálculo de prestações em um financiamento e no acompanhamento da evolução mês a mês da dívida de um financiamento. No desenvolvimento da oficina serão enfatizadas as seguintes etapas: compreensão do problema; definição de uma estratégia de resolução; execução da estratégia de resolução e elaboração de planilhas de amortização, utilizando planilhas eletrônicas no computador.

Além disso, esta oficina se destina a professores de matemática do ensino médio e alunos de matemática. O total de vagas oferecido é vinte e cinco. A oficina deverá ser realizada em um laboratório com pelo menos, treze computadores . A coordenação poderá se encarregar da reserva do laboratório.

¹ Aluna do curso de Matemática – UFMG. E-mail: Beatrizab@bol.com.br Professor do Departamento de Matemática – UFMG. E-mail: jorge@ufmg.br

² Alunas do curso de Matemática – UFMG.

³ Professor do Departamento de Matemática – UFMG. E-mail: jorge@ufmg.br

OP51 CABRI-GÉOMÈTRE E O ENSINO DE GEOMETRIA

Aécio Oliveira de Miranda ¹

Lia de Mendonça Porto ²

RESUMO

A Matemática é essencial na educação básica, sendo uma de suas áreas de conhecimento a geometria. Esta, contudo, tem apresentado dificuldade significativa de aprendizado devido à necessidade de visualização das figuras geométricas para melhor compreensão dos conceitos.

Acrescente-se que o aprimoramento da tecnologia nos últimos anos torna necessário o contato dos estudantes com a informática, exigindo a adequação do ensino a esta realidade. O Cabri-Géomètre é um software que estimula e dinamiza o estudo da geometria, sendo uma excelente ferramenta de ensino e desenvolvimento do raciocínio matemático nesta área devido aos recursos de construção e manipulação das figuras feitas pelo educador ou mesmo pelo aluno, que se torna mais independente no próprio processo de aprendizagem.

Tendo em vista que, segundo pesquisa “Retrato da Escola III” (CNTE), o tempo médio de serviço, como educadores, dos professores atualmente em atividade é de 15 anos – ou seja, se formaram em um período em que o acesso à informática era precário –, o objetivo da oficina proposta é iniciar o professor neste software e auxiliá-lo a compreender a viabilidade do uso deste programa como recurso didático, além de criar uma metodologia de autonomia de aprendizado que pode ser desenvolvida junto aos alunos.

¹ Especialista em Matemática pela Universidade Federal de Lavras M.G. Professor do Departamento de Matemática da Faculdade de Filosofia e Letras de Diamantina

² Mestre em Engenharia Química. Professora do Departamento de Matemática da Faculdade de Filosofia e Letras de Diamantina

OP52 EXPLORANDO O CABRI-GÉOMÈTRE

Eduardo Alves¹

Juliana Cordeiro¹

Renata Rodrigues¹

Tatiane Reis¹

RESUMO

O Cabri-Géomètre é um software de construção em geometria desenvolvido pelo Institut d'Informatique et de Mathématiques Appliquées em Grenoble (IMAG). É um software de construção que nos oferece “régua e compasso eletrônicos”, sendo a interface de menus de construção em linguagem clássica da Geometria. Uma vez construídas, as figuras podem se movimentar conservando as propriedades que lhes haviam sido atribuídas.

Nossa pesquisa buscou explorar a aplicação desse software no ensino superior com as funções elementares e o Cálculo Diferencial Integral. Sabendo-se que o Cálculo caminha junto com a Geometria Analítica e Plana, podemos utilizar o software Cabri, uma vez que ele estabelece pontos de conexão entre as idéias algébricas e gráficas através da geometria.

Partindo desse pressuposto, desenvolvemos, então, uma série de procedimentos para realização dos gráficos, que através de instruções passo a passo, exija do aluno tão somente seus conhecimentos matemáticos para realização das construções.

¹ Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais/ BETIM

OP53 EXPONENCIAIS E LOGARITMOS SOB INVESTIGAÇÃO¹

Márcia Maria Fusaro Pinto

Teresinha Fumi Kawasaki

Jussara de Loiola Araújo

RESUMO

O que acontece com os valores de uma expressão do tipo $y = ae^{bx+c} + d$ quando modificamos os valores de a , b , c , e d em sua expressão? O que acontece com o gráfico de $y = \log_{10} x$ quando multiplicamos a expressão desta função por $\ln 10$? Dentre as possibilidades para investigação destas questões, nossa proposta prevê a utilização de computadores em atividade que incluirá a discussão deste recurso e outras tecnologias na produção do conhecimento matemático.

Utilizaremos o software Winplot pela flexibilidade e interatividade garantidas em seu desenho para o estudo de funções e famílias de funções. Além deste, os participantes terão a oportunidade de explorar a identidade das relações em estudo em aplicativo desenhado de modo a, além de interatividade e flexibilidade, garantir na tela do computador a exploração dinâmica e visual de representações gráficas de funções.

Tendo como ponto de partida reformulações das questões colocadas acima, nossa idéia é a de conduzir a atividade de modo a constituir ambientes que favoreçam a formulação de conjecturas, discutindo dúvidas e explicações. Fará parte da atividade a discussão da proposta do ponto de vista da Educação Matemática e do uso de Novas tecnologias na Educação Matemática.

¹ Oficina sob responsabilidade do Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática e Novas Tecnologias (GEPEMNT), sediado no Departamento de Matemática, UFMG e cadastrado no CNPq.

COMUNICAÇÕES CIENTÍFICAS E RELATOS DE EXPERIÊNCIA

TEMA 01 FORMAÇÃO DE PROFESSORES QUE ENSINAM MATEMÁTICA

0101CC FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Maria Izabel Lage Martins Gomes¹

Marger da Conceição Ventura Viana²

RESUMO

Este trabalho provém de uma pesquisa sobre a Formação Continuada oferecida a professores de Matemática do Ensino Fundamental e Médio nas cidades de Mariana e Ouro Preto, MG. Originou-se de preocupações com a formação de professores e de nossa trajetória profissional como professoras de Matemática. Os objetivos do trabalho foram: analisar a influência dos projetos de Formação Continuada realizados nas localidades em estudo em 2000, 2001 e 2002 e sugerir algumas diretrizes para o oferecimento desse tipo de formação. Assim, estudos foram realizados sobre oferecimento, realização e influências de tal processo de formação. Como instrumentos de coleta de dados foram utilizados questionários e entrevistas aplicados aos professores participantes dos cursos. Foram realizadas análise e síntese dos dados obtidos dos questionários e entrevistas e dos estudos de documentos legais referentes a esse tipo de formação. Evidenciou-se que todos os órgãos gerenciadores da educação nos municípios pesquisados oferecem Formação Continuada. Concluiu-se que a troca de experiências é importante atividade de Formação Continuada, havendo necessidade de disponibilização de espaços e tempos para professores de diferentes escolas socializarem experiências. As maiores dificuldades encontradas foram o escasso apoio financeiro e pouca disposição das escolas para liberação dos professores para participação nas atividades de Formação Continuada.

Palavras-chave: educação matemática, formação continuada de professores, formação continuada de professores de matemática.

¹ Departamento de Matemática ICEB/UFOP

² Departamento de Matemática ICEB/UFOP

1. Introdução

Este trabalho provém de uma pesquisa sobre a Formação Continuada oferecida a professores de Matemática do Ensino Fundamental e Médio nas cidades de Mariana e Ouro Preto, MG. Originou-se de preocupações com a formação de professores de Matemática e de nossa trajetória profissional como professoras de Matemática. O termo Formação Continuada será usado neste trabalho, como foi definido por Celani (1988) apud Pereira (2000)

“... Formação Continuada; um processo que dê ao professor o apoio necessário para que ele mesmo se eduque, à medida que caminha em sua tarefa de educador. Uma forma permanente de educação, que não tendo data fixa para terminar, permeie todo o trabalho do indivíduo.”

Trabalhando inicialmente em escolas públicas, enfrentamos inúmeros problemas no desenvolvimento do processo de ensino aprendizagem de Matemática, percebendo que grande parte destes estavam vinculados a deficiências na formação obtida no Curso de Licenciatura Curta³ em Ciências. Percebeu-se logo que havia uma discordância entre o que se aprendera nesse curso de formação e a realidade do trabalho na escola. Assim, a inexperiência e a falta de momentos coletivos de reflexões sobre a prática levou-nos a questionar a formação inicial recebida.

Através de leituras, participação ativa em cursos de curta e longa duração, parte de nossos problemas foram solucionados. Como ainda não estávamos de posse da totalidade dos conhecimentos necessários à profissão, a busca continuou.

Com a criação da Licenciatura em Matemática na UFOP, abriu-se oportunidade de se alcançar uma formação adequada.

Em 1995, o Ministério da Educação iniciou um programa de reforma da educação objetivando adequar o sistema educacional brasileiro ao novo perfil constitucional do país, ao momento de mudanças das relações políticas e econômicas no âmbito mundial. Nesse movimento, foi promulgada uma nova Lei de

³ Processo regular de formação de professores nos anos 70 do século XX, com a justificativa pedagógica de formar o professor polivalente. (Resolução n.º 30/74)

Diretrizes e Bases da Educação Nacional, a de nº 9.394 em 20/12/1996, (LDBEN)⁴. Ela exige maior especialização para os professores e regulamenta a modalidade Formação Continuada, no Título VI, “Dos profissionais da Educação” quando encarrega os institutos superiores de educação de manterem um Programa de Educação Continuada nos Art. 63. III e 67. II (LDBEN, p.52).

O Plano Nacional de Educação (PNE), faz referências à formação continuada em dois fragmentos:

“A formação continuada do magistério é parte essencial da estratégia de melhoria permanente da educação, e visará à abertura de novos horizontes na atuação profissional. Quando feita na modalidade de educação a distância, sua realização incluirá sempre uma parte presencial, constituída, entre outras formas, de encontros coletivos, organizados a partir das necessidades expressas pelos professores. Essa formação terá como finalidade a reflexão sobre a prática educacional e a busca de seu aperfeiçoamento técnico, ético e político.

A formação continuada dos profissionais da educação pública deverá ser garantida pelas secretarias estaduais e municipais de educação, cuja atuação incluirá a coordenação, o financiamento e a manutenção dos programas como ação permanente e a busca de parceria com universidades e instituições de ensino superior (PNE, MEC, 1996).”

Durante o 2º Fórum Mineiro de Educação realizado de junho a outubro de 2001, ressaltou-se que o processo de Formação Continuada dos profissionais da educação deverá ser implementado em todas as redes de ensino, preferencialmente em serviço, e de forma articulada, devendo contemplar ainda os níveis de graduação e pós-graduação, conforme consta dos Anais do 2º Fórum Mineiro de Educação(2001, p. 226)

⁴ Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Lei máxima de definição da política de educação nacional. Acima dela, apenas a Constituição Federal cujos preceitos ela incorpora e realiza.

“ O Sistema Mineiro de Educação conceberá e criará normas de implementação dos programas de formação continuada, levando em conta os paradigmas norteadores do projeto político-pedagógico, tanto em relação às questões epistemológicas, como em relação ao desenvolvimento dos currículos nas redes de ensino. Deve ser garantido ao profissional da educação tempo, dentro de sua jornada de trabalho para autodesenvolvimento, pesquisa e organização coletiva do trabalho pedagógico.”

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) de Matemática para o Ensino Fundamental, referência de qualidade neste nível de ensino em todo país, destacam que o ensino de Matemática não se faz num vácuo, apresentando como sua função principal preparar o cidadão para atuar de maneira crítica em uma sociedade cada vez mais complexa.

No Plano Nacional de Educação (PNE), a formação continuada é considerada estratégica para a melhoria da educação. O professor faz parte, como peça fundamental e indispensável, do processo de ensino-aprendizagem e, portanto, é necessário estar bem preparado para deixar de ser a "autoridade do saber". Passa a ser então um facilitador da aprendizagem, com seus alunos participando ativamente na construção do próprio conhecimento, respeitando os estilos e ritmos individuais.

De acordo com a LDBEN, as Universidades públicas, juntamente com as Secretarias Regionais de Educação propiciarão cursos de Formação Continuada gratuitos para os professores da rede pública e particular.

A participação em programas de Formação Continuada poderá proporcionar ao professor condições de compartilhar os materiais utilizados pelos docentes, e a criação de ambientes para troca de experiências .

Algumas escolas já desempenham papel importante nesta direção, instituindo tempo na grade curricular destinado à formação de seu corpo docente, conforme MINAS GERAIS (2002b, p.23)

“ em várias escolas, um tempo para trabalho coletivo dos professores tem sido instituído na grade curricular, proporcionando trocas, planejamentos e iniciativas comuns e um significativo processo de

formação docente, na medida em que a prática cotidiana, com seus desafios, problemas e questões, tem sido alvo de reflexão.”

A questão que colocamos é saber se atualmente, a Formação Continuada de professores está inserida no movimento de qualificação e requalificação da capacidade de trabalho que tem ocupado lugar de destaque em outros campos profissionais.

- Será que o professor está preocupado em alterar o seu perfil profissional para acompanhar o mercado de trabalho? A manutenção no mercado de trabalho é definida pelo grau de qualificação? Quem paga pela exigência de especialização do professor? Quando existe Formação Continuada, a mesma está sendo satisfatória?

Nosso **objeto de estudo** é a Formação Continuada de Professores, em particular, a

Formação Continuada oferecida a professores de Matemática em Mariana e Ouro Preto. Os **objetivos** do trabalho foram: analisar a influência dos projetos de Formação Continuada realizados nas localidades em estudo em 2000, 2001 e 2002 e sugerir algumas diretrizes para o oferecimento desse tipo de formação.

2. Aspectos Teóricos sobre a Formação de Professores

Nos últimos vinte anos, o tema da formação e capacitação do professor destacou-se no cenário educacional brasileiro.

Na década de 70 do século XX, um programa de treinamento de professores procurava implantar novos elementos técnico-pedagógicos no ensino, introduzindo técnicas de estudo dirigido, conteúdos técnico-profissionalizantes, padronizando conteúdos através de livros didáticos

O “objetivo explícito era massificar habilidades básicas”, que consolidariam num contingente de profissionais minimamente capacitados para o ingresso e permanência no mercado de trabalho formal. Nesse período, a discussão sobre formação ficava fechada ao âmbito universitário, onde predominava a idéia de repasse de informações, quando a “apropriação do conhecimento considerada é realizada mediante a difusão pelos meios de informação do entendimento da realidade manifestada por outras pessoas”.(SEABRA, 2001, p. 14).

Na primeira metade da década de 70, o predomínio da escola comportamental induziu o papel da escola como instrumento funcional de formação de uma ordem social. Nesse contexto, o professor necessitava apenas ser treinado ou capacitado para repassar informações. Formar professores, nessa perspectiva, era treiná-los em habilidades consideradas essenciais para o desempenho das tarefas docentes. A qualidade do ensino estava diretamente relacionada ao domínio de técnicas de ensino e com a capacidade do professor cumprir as tarefas técnicas e burocráticas exigidas.

No final da década de 70 e ao longo da de 80, o enfoque técnico e funcionalista em relação à educação passa a ser criticado. Depois dos primeiros anos da década de 80, segundo Pereira (2000, p.29), a preocupação com a formação técnica do professor assumiu maior importância no debate Nacional. De acordo com Santos (1992, p.138), sem desconsiderar a questão da formação política do futuro docente, enfatizava-se a necessidade de uma formação técnica que envolvesse tanto o conhecimento específico de determinado campo quanto o conhecimento pedagógico.

A partir de outros referenciais, como a Filosofia e a Sociologia, a escola passa a ser concebida como reprodutora das relações sociais. Vem à tona, as discussões sobre a função social da escola e a sua articulação com uma prática social global. Surgem nesse período, inúmeras experiências de ensino que buscam romper com os programas oficiais, introduzindo novas temáticas e metodologias.

Ainda nos anos 80, programas estaduais de capacitação do professorado do Ensino Fundamental procuravam consolidar algumas reformas educacionais, fruto do processo recente de redemocratização do país. Era um sinal da mudança de paradigma: da preparação para o mercado de massas para a formação de cidadãos ativos.

Recentemente, na década de 90, surgiram centros de formação de professores, que enfocam a importância dos saberes gerados na prática. Nesses, a prática do professor tem sido tema privilegiado de estudos e reflexões. Desde então, enfatiza-se a necessidade da prática cotidiana de sala de aula como alvo de discussão.

Em cada momento, os conteúdos, as propostas político-pedagógicas e as concepções formadoras foram distintas. É possível perceber tais distinções ao

acompanhar o percurso teórico da mudança na concepção de formação profissional dos educadores .

Formação Continuada

Diversos autores têm investigado a formação de professores, principalmente a partir da década de 90. Muitas pesquisas recentes, dentre elas, SADALLA (1998), PENA (1999), FONTANA (2000), VIANA (2002) têm centralizado as suas investigações procurando apontar diretrizes essenciais para a Formação de Professores.

Apesar do intenso debate em torno do tema Formação de Professores, pouco se tem discutido a Formação Continuada. Podemos dizer que toda formação continuada é formação em serviço, pois se destina a um profissional em exercício. Porém, nem toda formação em serviço se caracteriza como formação continuada: o conceito de formação continuada tem suas bases em uma nova epistemologia da prática (Tardif, 1999) que vê nesta, mais que um espaço de aplicação da teoria, um campo de produção de conhecimento, resultante da reflexão crítica sobre os saberes adquiridos no cotidiano. É importante notar que, nesta perspectiva, a própria idéia de formação inicial se altera, admitindo-se que, nela, é impossível que o professor seja formado completamente, pois “algumas competências importantes da docência exigem situações de prática real para se desenvolverem” (MINAS, 2002a, p.185).

A expansão da rede de ensino nas últimas décadas, evidenciada pelo aumento do número de vagas e de matrículas nas escolas, não foi acompanhada de investimentos proporcionais por parte do Estado. Segundo dados estatísticos do final do século XX, mantido o ritmo observado por ocasião de uma pesquisa realizada durante o governo Collor visando a implantação do Plano Nacional de Alfabetização e Cidadania (PNAC), o país somente conseguiria dar o primeiro grau completo a 95% de sua juventude por volta do ano 2100; e Ensino Médio para noventa por cento de uma geração, no ano 3080. (www.geocities.com/racabrasileira/06.html, p.01). Uma demanda de um número cada vez maior de professores para uma população escolar crescente, ocasionou a expansão do ensino superior particular, a criação indiscriminada de cursos de Licenciaturas e cursos de “Complementação Pedagógica”⁵ (Art. 63, II), e ainda pela

⁵ Cursos de 540 horas – 300 de prática do ensino e 240 de teoria- e segundo parecer CNE , devem ser ministrados em período regular.

autorização para lecionar a título precário, antigo CAT – Certificado de Avaliação de Títulos, que é um documento que pode ser requerido por estudantes matriculados e freqüentes em curso superior, bacharéis de nível superior sem licenciatura específica para o magistério, e ainda por pessoas com o Ensino Médio concluído. Mesmo assim não foi suprida a carência de professores .

Consta no Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), realizado por BROLEZZI e VIANA (1998) que nos levantamentos feitos durante as décadas de 80 e 90 sobre a formação dos professores de Matemática das cidades que compõem a 15ª Delegacia Regional de Ensino de Ouro Preto – MG, hoje designada por 25ª Superintendência Regional de Ensino de Ouro Preto (25ª SRE/MG), que em 1983 havia, apenas três professores com Licenciatura Plena em Matemática. Em 1990, num Seminário organizado pela Rede de Apoio à Educação em Ciências, a Diretora Regional de Ensino ressaltou que não havia nenhum professor com Licenciatura em Matemática nas escolas estaduais das cidades da 15ª DRE, apenas um professor licenciado em uma escola particular e um na Escola Técnica Federal de Ouro Preto (ETFOP).

A constatação sobre a escassez de professores habilitados para lecionar Matemática no Ensino Fundamental e Médio em cidades que compõem a 25ª Superintendência Regional de Ouro Preto, levou o Departamento de Matemática da UFOP a criar Curso de Licenciatura em Matemática que está sendo oferecido desde 1998.

Tal curso apresenta um currículo inovador visando a formação de um educador capaz de atuar na sociedade como agente de transformação, promoção do ser humano em busca de uma sociedade mais justa .

Embora o Curso de Licenciatura em Matemática da UFOP já tenha formado professores licenciados que estão atuando nas escolas da região, ainda há muitos professores oriundos das Licenciaturas Curtas de 1º grau, outros egressos de “estudos adicionais”⁶, e outros profissionais que possuem algum curso de bacharelado e ministram aulas tendo recebido apenas uma complementação pedagógica, mínima e necessária, determinada pela LDBEN (Art. 63, II).

⁶ Os alunos que terminavam o curso de Magistério, faziam mais um ano de aprofundamento de estudos e eram autorizados a lecionar também para a 5ª e 6ª série. (Lei 5692/72)

Há ainda, no país um grande contingente de professores sem habilitação mínima exigida pela legislação. Esses docentes participam de cursos de reciclagem profissional, aperfeiçoamento profissional, educação continuada, formação em serviço ou, ainda, Formação Continuada.

As disposições transitórias da LDBEN instituem a “Década da Educação” no Art. 87, isto é, até o final de 2007 todos os professores deverão estar habilitados em nível superior ou formados por treinamento em serviço. Assim, a LDBEN inclui também a realização de programas de capacitação para os professores em exercício. Essa exigência, levou professores que não possuem formação de nível superior, a temer a perda de seus cargos a partir de 2007. No desespero, correm o risco de iludirem-se com instituições que oferecem “cursos de finais de semana”, sem valor legal. No entanto, a LDBEN é clara, apenas veta, a partir de 2006, a contratação de quem não possui diploma de graduação, garantindo os postos a quem já está no sistema.

Assim, a Formação Continuada ou Formação em Serviço dos professores que se encontram em exercício no Magistério, sem que tenham a habilitação necessária para isso, passou a ser uma necessidade de primeira ordem para os governos.

A formação inicial ou habilitação é entendida como aquela que se desenvolveu antes do ingresso na carreira do magistério, em instituições de formação de professores ou em outras experiências docentes; e Formação Continuada, aquela que se realiza no emprego.

Existe ainda uma terceira situação que é a Formação Inicial em Serviço⁷, destinada a superar uma situação já existente, habilitando o pessoal que se encontra em exercício, sem afastar os professores do seu trabalho e buscando provocar melhoria imediata na educação escolar.

O PNE também destaca a qualificação docente. Considera que a implementação de políticas públicas de formação inicial e continuada dos profissionais da educação é uma condição e um meio para o avanço científico e tecnológico do país.

A importância que várias esferas governamentais têm dado à formação de professores se traduz em algumas iniciativas.

⁷ A formação inicial, normalmente, é uma formação pré-serviço. Excepcionalmente, pode acontecer de a formação inicial acontecer quando o professor já exerce a profissão: trata-se, então, de uma formação inicial em serviço.

- No âmbito do governo federal, podemos citar como exemplo um programa destinado à formação de professores para o Ensino Fundamental, denominado Programa de Formação de Professores em Exercício (PROFORMAÇÃO). É dirigido aos professores sem formação específica, que lecionam nas séries iniciais do Ensino Fundamental e nas classes de alfabetização das redes públicas das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste.

- No âmbito do MEC, temos os programas Parâmetros em Ação e TV Escola. O programa Parâmetros em Ação tem como objetivo apoiar e incentivar o desenvolvimento profissional de professores, de forma articulada com a implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais.

- O programa TV Escola tem desenvolvido um vasto material de apoio didático e de capacitação dos professores do Ensino Fundamental e Médio, veicula semanalmente programas de apoio à reforma do Ensino Médio. O programa “Salto para o Futuro”, entre 1996 e 1999, capacitou 965.231 professores do Ensino Fundamental.

O PNE, também tratando da valorização do Magistério, diz que esta implica os seguintes requisitos: a formação profissional inicial, as condições de trabalho, salário e carreira e a formação continuada.

Programa de Formação Continuada de Professores em Minas Gerais

Durante a realização do 2º Fórum Mineiro de Educação, em 2001, discutiu-se as políticas do governo. No 1º encontro regional, as discussões foram em torno do tema

“Valorização dos Profissionais da Educação”, originando as principais deliberações nos aspectos do Plano de Carreira e dos processos de Formação Continuada. Reforçou a necessidade de implementação de Programas de Formação Continuada em serviço. Foram apresentadas importantes inovações como, por exemplo, “a criação de um Sistema Permanente de Educação Continuada acessível a todos os profissionais da educação, com vistas ao seu aperfeiçoamento profissional” .(Anais, p. 24)

Da proposta original surgiu o Sistema Permanente de Formação Continuada, previsto no projeto de lei e que representa inúmeros avanços na formação dos educadores mineiros. Primeiro determina que a Formação Continuada ocorrerá, sempre que possível, nas unidades escolares. Segundo, garante que haverá tempos

e espaços reservados ao estudo, planejamento e avaliação, incluídos na carga horária dos profissionais da educação.

Além disso, determina que a formação dos profissionais trabalhe pela “construção de uma pedagogia capaz de responder de forma democrática à diversidade sócio-racial brasileira, às peculiaridades regionais e locais e aos diferentes ritmos de aprendizagem dos educandos”. (Idem, p. 237)

Projeto de Qualidade da Educação Básica – Proqualidade

Foi a denominação para a política de melhoria da qualidade da Secretaria do Estado da Educação de Minas Gerais (SEE/MG), que a partir de 1997 se voltou inteiramente para a capacitação de professores-alfabetizadores, atuantes no Ciclo Básico de Alfabetização (CBA) e na 4ª série do Ensino Fundamental, iniciando em 1998 com o Programa de Capacitação de Professores (PROCAP), concluído em 2001.

O PROCAP é um programa de Formação Continuada e a Distância, que foi direcionado à Formação Continuada de professores do Ensino Fundamental da rede pública de Minas Gerais. Após o término do programa, foram emitidos 637 certificados para a 25ª SRE de Ouro Preto, sendo 285 para professores de Mariana e 352 para professores de Ouro Preto.

Escola Sagarana - Política Educacional de Minas Gerais.

A instituição da “Escola Sagarana” como o conjunto de diretrizes, projetos e ações da política educacional admitida em Minas Gerais, a partir de 1999, definiu alguns princípios essenciais, dentre eles, a Formação Continuada de seus profissionais.

O programa de Formação Continuada dos Profissionais da Educação do Estado de

Minas Gerais faz parte dos Programas Permanentes que compõem o Sistema Mineiro de Educação (quadriênio 1999-2002), com o objetivo de estimular e promover a Formação Continuada de professores e profissionais da educação.

Buscando responder à necessidade de Formação Continuada, foram tomadas algumas iniciativas pelo Estado para este fim. O Programa de Formação dos Professores foi dividido em vários sub-programas, para atender a vários objetivos e alcançar as metas preestabelecidas pela SEE/MG, dentro do quadriênio 1999-2002, os quais enumeramos a seguir:

1) Sistema de Avaliação da Educação Pública - SIMAVE

O SIMAVE é um mecanismo estratégico de diagnóstico e planejamento da política

educacional de Minas Gerais. O SIMAVE foi implantado em 2000. Os primeiros resultados dessa avaliação surgiram em 2001, com a implantação do Sistema de Apoio Pedagógico (SIAPE), das comissões regionais de apoio pedagógico e do sistema de avaliação continuada.

2) Sistema de Apoio Pedagógico - SIAPE

O SIAPE é uma estratégia de gestão participativa, dinamizadora de redes de comunicação em sistemas de ensino, apoiada nos princípios de descentralização, do planejamento estratégico situacional e da formação em serviço. O programa está contribuindo para a democratização das políticas educacionais, criando espaços permanentes de diálogo entre os educadores em todos os níveis do sistema.

3) Programa de Apoio às Inovações Educacionais - PAIE

Tem como objetivo estimular os professores e as escolas a adotarem técnicas, metodologias e recursos destinados a desenvolver e enriquecer os currículos; contribuir para a formação da cidadania; melhorar a qualidade da educação.

4) Veredas – Formação Superior de Professores.

Curso de Formação Superior de Professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental ministrado na modalidade de “Educação a distância”, com momentos presenciais. O projeto tem como objetivos a formação e a qualificação do professorado dos anos iniciais do ensino fundamental, elevar o nível de competência profissional dos docentes em exercício, contribuir para a melhoria do desempenho escolar dos alunos das redes públicas de Minas Gerais e valorizar a profissionalização docente.

Os professores/cursistas⁸ de Mariana e Ouro Preto pertencem ao Pólo de Viçosa. São 34 cursistas de Mariana, com dois tutores e, 59 cursistas de Ouro Preto, com cinco tutores.

Programa de Formação Continuada na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP)

Projeto Matemática no 1º Grau

A UFOP mantém um programa de Formação Continuada para professores do Ensino Fundamental e atualmente também para o Ensino Médio.

A proposta de trabalho no campo da Formação Continuada de professores implementada pelo “Projeto Matemática”, a partir de 1993, organizou-se inicialmente através de cursos de capacitação que atendessem às situações emergentes na prática pedagógica de professores das séries iniciais do Ensino Fundamental. Com esse enfoque, trabalhou-se com Encontros Pedagógicos semanais, em uma programação que incluía cursos e oficinas pedagógicas.

Em 2002, O projeto “Matemática no Primeiro Grau” passou a denominar-se “Matemática na Escola” em virtude da denominação “Primeiro Grau” não mais existir oficialmente e também pela ampliação da atuação do Projeto nos demais níveis de ensino.

Núcleo Interdisciplinar de Estudos e Pesquisa em Educação Matemática - NIEPEM

Projeto Matemática na Escola

Dando continuidade ao trabalho que já vinha sendo realizado, o “Projeto Matemática na Escola” foi incorporado a esse núcleo.

Oferece aos professores a oportunidade de participar de cursos versando sobre temas centrais da Matemática, propiciando momentos de aprofundamento de conceitos, de reflexão sobre a prática, de conhecimento de novas metodologias e de estudo e pesquisa de temas pertinentes. O professor tem a oportunidade de pesquisar materiais didáticos alternativos, criar e confeccionar novos materiais no desenrolar dos cursos.

Curso de Extensão “ A Matemática no Ensino Médio I ”

Curso promovido pela Pró-reitoria de Extensão e Departamento de Matemática/

ICEB/UFOP, no período de março a dezembro de 2001, com uma carga horária de 90 horas.

Semana da Matemática

A partir de 2000 foram organizadas as “ Semanas da Licenciatura em Matemática”, com apresentação de palestras, mini-cursos, mesas redonda e debates com os objetivos de promover o intercâmbio de informações sobre a produção científica em Matemática e Educação Matemática, propiciar o aprofundamento de discussões de assuntos relevantes à Educação Matemática, divulgar junto aos professores e licenciandos experiências, trabalhos e pesquisas em Matemática e

⁸ Como são chamados os professores participantes do Projeto Veredas.

Educação Matemática e integrar os calouros ao ambiente universitário. O evento é anual, e está propiciando mais um espaço de Formação Continuada de professores de Matemática em Mariana e Ouro Preto.

Pós-graduação

O Departamento de Matemática da UFOP ofereceu, nos anos de 1992 a 1994 e nos anos de 1995 a 1997, cursos de Especialização em Matemática para professores de diversos níveis de ensino da rede pública de Minas Gerais.

Atualmente está sendo oferecido o Curso de Especialização em Educação Matemática, cuja primeira turma está concluindo as monografias e, a Segunda, está terminando o primeiro semestre letivo.

Núcleo de Educação Aberta e a Distância – NEAD

Núcleo vinculado à Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Federal de Ouro Preto. A UFOP em parceria com a Universidade Federal do Mato Grosso firmou convênio com 90 prefeituras e está oferecendo desde 2000 o Curso de Licenciatura Plena em Educação Básica-séries iniciais, modalidade a distância, com 3.330 horas e duração de 4 anos. O NEAD tem como objetivos democratizar o acesso à educação de qualidade, oferecer cursos a distância nos níveis de Graduação, Pós-Graduação, Extensão e Educação Continuada.

5. Rede Particular de Ensino

Existem cursos para professores atuantes nas escolas particulares. Todas as escolas particulares firmaram convênios de parceria com grandes redes de ensino do país como: Pitágoras (Colégio Arquidiocesano /Ouro Preto), SOMA (Colégio Providência/Mariana), Positivo (Escola de Ensino Fundamental e Médio Dom Viçoso/Mariana), e Pueri Domus (Cooperativa de Ensino de Ouro Preto).

6. Procedimentos Metodológicos

Inicialmente foram feitos contatos com os órgãos gerenciadores da Educação nos municípios de Mariana e Ouro Preto. Foram feitas entrevistas com seus representantes, quando levantamos documentos informativos sobre atividades de Formação Continuada desenvolvidos nos últimos anos. Foram listados pela 25ª SRE de Ouro Preto, Secretaria Municipal de Ensino de Mariana e Ouro Preto e Projeto Matemática na Escola/UFOP os nomes de professores que participaram de atividades de Formação Continuada por eles desenvolvidas. Os professores foram localizados através de busca de endereços nas escolas, listas telefônicas, indicação de colegas e outros meios disponíveis

Das listas fornecidas pelos órgãos gerenciadores da educação de Mariana e Ouro Preto, foram encontrados 92 professores que participaram dessa pesquisa, sendo:

28 professores de Matemática das séries finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio que responderam o questionário tipo 1;

12 professores que ensinam Matemática nas séries iniciais do Ensino Fundamental e participaram de cursos de longa duração, que responderam o questionário tipo 2;

52 professores que ensinam Matemática para várias séries e níveis de ensino e participaram de cursos de curta duração, que responderam o questionário tipo 3.

7. Análise dos dados

Por meio das análises dos dados obtidos dos questionários e entrevistas, verificou-se que a Formação Continuada está sendo oferecida por todos os órgãos gerenciadores da educação de Mariana e Ouro Preto, sendo que 18,75% dos respondentes afirmou haver participado de cursos antes de 2000, 12,5% que não participou e 68,75% participou depois de 2000.

Quanto ao órgão aos quais estes cursos estavam vinculados, 50% respondeu que foi a UFOP, 22,72% participou de cursos promovidos pela SEE/MG, através da Superintendência Regional de Ensino e 27,28% respondeu que participaram de cursos oferecidos pela própria escola em que trabalham.

Quando indagados sobre quais dessas iniciativas tiveram mais influência na sua prática pedagógica, 47,62% respondeu que eram as promovidas pela UFOP, 23,81% pela SEE, 19,04% pela escola. Esses disseram que os conteúdos trabalhados nos projetos foram importantes porque *“...quando gostamos do que fazemos, todo conhecimento adquirido nos faz refletir e de certa forma, influencia nossa prática...”*; *“...enriquecem muito a prática.”*; *“...aprendi muito no projeto”*; *“...é sempre bom trocar idéias com colegas de outras escolas.”*; *“...para aprimorar mais os conhecimentos adquiridos e obter novas experiências de trabalho...”* As respostas negativas corresponderam a 4,76% do total e as sem respostas ficaram em menor quantidade, tendo como justificativas o fato de considerar que *“...está fora da realidade da escola em que trabalho...”*; *“... não vi nada de novo...”*.

Quando perguntamos sobre o cargo que os professores são registrados nas escolas, 30,43% deles responderam que estão registrados como professores de Matemática, isto é, lecionam somente esta disciplina e os outros 69,57% ensinam Matemática e outras disciplinas.

Análise das respostas do questionário tipo 1

Pelas respostas dadas constatou-se que a formação inicial dos professores de Matemática das séries finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio participantes da pesquisa está assim distribuída: 35,71% possuem Licenciatura Curta em Ciências, 17,86% Licenciatura Plena em Matemática, 25% possuem outros cursos Superiores e 21,43% possuem somente Ensino Médio. Assim, 53,57% dos professores pesquisados estão habilitados a lecionar esta disciplina, sendo que 35,71% deles podem atuar somente nas quatro séries finais do Ensino Fundamental.

Constatou-se também que 35,7% dos respondentes lecionam em uma escola, 50% em duas escolas e 14,3% lecionam em três escolas. Em 21,43% dessas escolas oferecem somente o Ensino Fundamental, 10,71% o Ensino Médio e 67,86% possuem os dois níveis de ensino.

No que se refere à experiência profissional, os professores que atuam no Ensino Fundamental são mais experientes, sendo que 36,95% deles possuem uma média de 6 anos e, 19,57% com a média de 18 anos de experiência neste nível de ensino. No Ensino Médio, 34,78% já atuam em média por 6 anos e somente 8,7% com a experiência atingindo uma média de 18 anos. Parece-nos que o motivo do maior número desses professores atuarem no Ensino Fundamental é a menor exigência de qualificação profissional devido à falta de professores na região, fazendo com que os professores com Magistério, e até mesmo os estudantes atuem nesse nível de Ensino.

Quando perguntamos se as escolas onde os professores trabalham desenvolvem algum tipo de formação, 91,17% dos professores deram respostas positivas. No caso das respostas positivas questionou-se nessas atividades de formação foram discutidos e levados em consideração a formação profissional e a prática pedagógica. Segundo (Paiva, 1999; Connely & Clandinin, 2000), boa parte do que os professores sabem sobre ensino, sobre como ensinar, sobre seus papéis do professor na sala de aula provém de sua experiência como alunos e professores, isto é, de sua história de vida. De acordo com Tardif (1999), os saberes docentes provenientes da experiência são temporais, heterogêneos e provenientes de diversas fontes. Isto pode ser verificado quando procuramos saber se há momentos informais (leituras, trabalhos em grupo com outros professores, relatos de experiências, etc.) que contribuíram ou contribuem para a prática pedagógica e quanto aos elementos do processo que acarretam mudanças nas práticas

pedagógicas dos professores, foram citados por 43,3% dos respondentes, a busca por leituras e a reflexão sobre a própria prática e as contribuições provenientes da troca de experiências foram relevantes, em 56,7 % das respostas. Nesse sentido, as análises apontam para a importância do contato entre professores, dos jornais e revistas que tratam de assuntos ligados à educação, mostrando que a Formação Continuada é uma prática que deve começar na própria escola, no próprio ambiente de trabalho. 87,5% dos respondentes afirmaram que a experiência adquirida na prática pedagógica é muito valiosa, pois estão sempre buscando um aprimoramento e as reflexões sobre o seu trabalho, podem melhorar as estratégias.

Ao perguntarmos se nas escolas onde eles trabalham há estímulo para a participação em cursos, seminários, etc., 50% responderam que sim, 31,25% que não e 18,75% não responderam. Os fatores apontados como dificultadores da participação em eventos foram: falta de tempo, de substitutos nas escolas, falta de recursos próprios e da escola. Percebemos que a participação voluntária de professores em cursos de Formação Continuada é expressiva, pois 81,25% deles responderam que participaram ou participam de cursos voluntariamente. Para eles, a Formação Continuada poderá abrir novos horizontes em sua vida profissional, propiciando-lhes crescimento profissional. 41,75% responderam que estão participando de cursos de Pós-graduação e 12,5% de cursos de formação inicial em serviço.

Nesta investigação, foi constatado que 78,2% dos respondentes do questionário tipo 1 estão habilitados (sendo 28,2% Licenciatura Plena em Matemática, 12,5% Licenciatura Curta em Ciências, 15,6% Pós-graduação em Matemática ou Educação Matemática). Esse aumento está relacionado com a oferta de cursos de formação inicial e continuada na região onde se localizam as cidades pesquisadas.

Constata-se também que, quando a pergunta é sobre a participação em cursos de Formação Continuada, as respostas direcionam para sua importância na profissão docente, assim como dos momentos informais, das trocas de experiências, das leituras e reuniões pedagógicas. Podemos verificar que a competitividade e a qualificação para o trabalho estão presentes em todos os níveis. Na escola, o professor está preocupado em alterar o seu perfil profissional não somente para acompanhar o mercado de trabalho e sim visando o seu crescimento pessoal e profissional, muitas vezes com sacrifícios financeiros e pessoais. Dos entrevistados,

50,21% responderam que a participação em cursos é motivada pela busca de segurança profissional, 41,17% estão visando um crescimento profissional, 5,88% não respondeu e somente 2,94% acha que esses cursos não contribuem em nada.

Análise das respostas do questionário tipo 2

Nos primeiros questionamentos, relativos à formação profissional, à participação em atividades de formação e às escolas em que trabalham todos os professores responderam que ingressaram na carreira só com o nível médio, e depois de estarem trabalhando tiveram a oportunidade de continuar os estudos, por exigência das escolas, ou por necessidades de se manterem no emprego ou ainda por não saberem se poderiam continuar sendo professores, sem a habilitação pertinente. Constatou-se que 25% já concluíram o Ensino Superior de Letras, História ou Pedagogia, 16,7% estão cursando o NEAD e 8,4% o Veredas. A metade deste professores exercem suas funções em duas escolas, sendo uma estadual ou municipal e outra pertencente à rede privada de ensino, e em todas elas são realizadas atividades de Formação Continuada. Constatou-se também que 66,7% desses respondentes participaram do PROCAP, e 50% está participando do SIAPE (cursos oferecidos pela rede estadual de educação). Parece-nos que a participação no PROCAP e SIAPE não é voluntária, compreendida por alguns respondentes e, para outros, fator de incentivo. Vale exemplificar algumas respostas dadas pelos professores: “... todos os professores são obrigados a participar, nos dias de hoje... isso é democracia?” (prof. 29); “... o incentivo que o professor precisa para participar não deveria ser a obrigatoriedade, mas outro, o financeiro. Com ele, o próprio professor procurará seu ‘Update’” (prof. 28); “...se fosse bom, não era para nós, ‘esmola quando é muita, até o santo desconfia’” (prof. 33); “... Se eu não fosse obrigado estar participando, talvez não estaria em nenhum processo de capacitação, porque a gente acomoda, desanima ...ganho tão pouco, o meu tempo é contadinho, então se eu não tivesse esta obrigação, não estaria me aperfeiçoando né, e sim aumentando o meu ganha pão” (prof. 35).

Acerca dos benefícios advindos do PROCAP para a atuação adequada do profissional da educação, concluiu-se que são relativos. Para alguns são válidas as ações do PROCAP, para outros não, como se insere das afirmações dos respondentes.

Verificamos também que na rede particular, apesar de os professores não citarem a obrigatoriedade como um dos fatores para a participação efetiva deles nos

eventos de capacitação, existe uma certa pressão para que todos participem dessas atividades, conforme alguns relatos: *“Temos encontros pedagógicos semanalmente e vários encontros pela rede, geralmente em BH. Geralmente todas as pessoas envolvidas no processo participam, pois se não formos”* (prof. 36); *“Vou a todos os encontros, pois quando fui contratada, já constava que eu deveria participar...”* (prof. 37); *...sempre temos um pouco para aproveitar de cada curso que fazemos, temos um compromisso com a escola e com nossos alunos”* (prof. 39).

No tocante aos órgãos patrocinadores, 20% participaram de cursos oferecidos somente pela SEE/MG, através da 25ª SRE, 15% pela SEE/MG e UFOP, e 65% participaram de cursos patrocinados pela SRE, UFOP e rede privada de ensino.

Ao que concerne às contribuições que os cursos trazem para a vida profissional, todos os entrevistados responderam afirmativamente ao questionamento, relatando crescimento pessoal e profissional com argumentos convincentes, e sobre momentos informais na sua formação, 50% responderam que estão em constante atualização através de leituras, 33,34% acham que esses momentos estão nas trocas de experiência. Todavia, 16,66% dos respondentes acham que a formação só acontece em cursos e oficinas, justificando que precisam é de novas metodologias, novas práticas e não de teorias.

Análise das respostas do questionário tipo 3

100% dos entrevistados concluíram o Ensino Médio, sendo que 96,15% fizeram Magistério e 3,85% Curso Técnico.

Quanto aos órgãos patrocinadores, 3,85% participaram de cursos oferecidos pela SEE/MG, através da 25ª SRE, 5,77% pelas escolas particulares, e 90,38% pela UFOP.

As respostas revelaram também o interesse desses professores de ingressarem em curso Superior, sendo que 13,46% já estão cursando o NEAD e 5,77% o Veredas. Pelas respostas dadas, para 75% dos respondentes, a participação em cursos de curta duração é uma situação provisória, para “ não ficar parado no tempo”, justificando que os cursos são bons, mas o tempo é pouco para aprofundar nos conteúdos.

Conclusões

Embora não seja possível generalizar os resultados dessa pesquisa, devido a natureza do estudo, parece-nos que algumas indicações podem ser feitas.

Evidenciou-se a existência de Formação Continuada nas cidades de Mariana e Ouro Preto, oferecida 25ª SRE e Projeto Veredas, pela UFOP através do Projeto Matemática na Escola, NEAD e Cursos de Pós-graduação e pela rede particular de ensino, troca de experiência entre os professores como importante atividade de Formação Continuada. Por outro lado, se evidencia também a necessidade de disponibilizar espaços e tempos para que professores de diferentes escolas possam socializar suas experiências, constituindo novos espaços de Formação Continuada. Como dificuldades escasso apoio financeiro para que os professores participem das atividades de Formação Continuada.

Considerações

Muitas outras questões sobre a Formação Continuada de professores poderão ainda ser levantadas. No entanto, numa primeira análise podem ser evidenciados:

O professor, ao mesmo tempo que é participante de cursos de Formação Continuada, possui experiências, vivências socioculturais, história de vida, grau de escolaridade que necessitam ser levados em conta.

Recomendações

Espera-se que os resultados deste trabalho possam permitir discussões sérias e proveitosas, para o avanço substancial na direção de uma formação que propicie a construção de diversos saberes a seu tempo, em suas múltiplas formas e contextos, a educação pautada na reflexão, na cooperação mútua e no desenvolvimento profissional dos professores.

Referências Bibliográficas

- ANAIS DO 2º FÓRUM MINEIRO DE EDUCAÇÃO. Todos Construindo o Sistema Mineiro de Educação. Governo de Minas Gerais. Secretaria de Estado da Educação. Belo Horizonte: 2001, 351 p.
- BRASIL. Lei n.º 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Diário Oficial da União. Brasília, n.º 248, 23/12/1996.
- BRASIL. Lei n.º 10.172, de 9 de janeiro de 2001. Aprova o Plano Nacional de Educação e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, 10/01/2001.

- BROLEZZI, A. C; VIANA, M. C. V. Projeto Pedagógico do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto: Departamento de Matemática, UFOP, 1998, 34 p.
- CORRÊA, M. L., SOUZA, K. O. Algumas práticas da Formação Continuada: entraves à implementação de mudanças político-pedagógicas? Presença Pedagógica, ed. Dimensão, Belo Horizonte, M.G. v.7. n. 38. p. 41-51,mar/abr. 2001
- CORRÊA, R. A. Proposta de Projeto de Extensão Matemática no 1º Grau – UFOP - Histórico. 2000. 5 p.
- COUTO. M.E.S., LARCHERT J. M. A Formação Continuada dos professores: uma experiência com o curso TV NA ESCOLA e os desafios de hoje. São Carlos, S.P: ago. 2001.14 p.
- D'AMBRÓSIO, U. Formação de Professores de Matemática para o século XXI: O Grande Desafio. Pro-Posições, v. 4, n. 1, p. 35-41, março 1993.
- ESCOLA SAGARANA, Suplemento Especial: Educação para a vida com dignidade e esperança, Edição: Assessoria de Comunicação Social – SEE-MG . 2ª ed. ag. 2001, 39p.
- FONTANA, R. A. C. Como nos tornamos professores? Belo Horizonte: Autêntica, 2000.
- GARCIA,W. E.O papel do Estado frente às políticas de formação continuada de Professores. In: Anais do Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino (IX ENDIPE).Águas de Lindóia, SP, 1998. p. 63-77.
- GOMES, M. I. L. M. e VIANA, M.C.V. Formação Continuada de professores de Matemática de Mariana e Ouro Preto. Monografia de Especialização. (a ser defendida no Curso de Especialização em Educação Matemática no Dep. de Matemática da UFOP). Ouro Preto: (no prelo). 2003, 101 p.
- HERNECK, H. R; MIZUKAMI, M. G. N. Formação Continuada: aprendizagens docentes sob a ótica de participantes do PROCAP (Programa de Capacitação de Professores de Minas Gerais), UFSCar, 2002. (Mimeo).
- JORNAL DO MEC, Ano XV, n.20. Brasília-DF, agosto de 2002.
- MINAS GERAIS, Veredas – Formação Superior de Professores: Projeto Pedagógico. Belo Horizonte: SEE/MG, 2002a.

_____. Sistema de Ação Pedagógica: Dicionário do Professor: Tempos e Espaços Escolares, Belo Horizonte: 2002b.

_____. Docência, Trajetórias pessoais e Desenvolvimento Profissional. In: Formação de Professores: Tendências Atuais. São Carlos: EDUFSCAR, 1996, p. 59 – 91.

NÓVOA, A. Dize-me como ensinas, dir-te-ei quem és e vice-versa. In: FAZENDA, I. (Org.). A pesquisa em educação e as transformações do conhecimento, 2. ed. Campinas: Papirus, 1997. p. 29-41.

_____. Formação de professores e profissão docente. In. NÓVOA, A (Org.) Os professores e sua formação. Lisboa: Porto Editora, 1992. p. 11-33.

PAIVA, M., A.(1999) Concepções do Ensino de Geometria: um estudo a partir da prática docente. Tese de Doutorado, PUC-RIO, Rio de Janeiro.

PENA, G. A. C. A formação continuada e suas relações com a prática docente. Belo Horizonte: Faculdade de Educação da UFMG, 1999. 201 p. (Dissertação, Mestrado em Educação).

PEREIRA, J.E.D. Formação de Professores: pesquisas, representações e poder. Belo Horizonte: Autêntica, 2000.

PERRENOUD, P. Práticas pedagógicas, profissão docente e formação. Perspectivas sociológicas. Lisboa: Nova Enciclopédia, 1993. 206 p.

PIRES,C.M.C. Novos Desafios para os cursos de Licenciatura em Matemática. Educação Matemática em Revista. Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática. Ano 7, nº 8, jun. 2000. p.10-15.

SADALLA, A. M. F. A. Com a palavra a professora: suas crenças, suas ações. Campinas, SP: Allnea, 1998.

SANTOS, L. L.C. P. Dimensões pedagógicas e políticas de formação contínua. In: VEIGA, I. P.(Org.) Caminhos da profissionalização do magistério. Campinas, SP: Papirus, 1998, p.123-136.

- SEABRA, G. F. Pesquisa Científica: O método em questão. Brasília:: Edunb, 2001. 124p.
- SILVA, C.S.R., FRADE, I.C.A.S. Formação de professores em serviço. Presença Pedagógica. Belo Horizonte: Dimensão. Vol. 3 Jan./Fev. 1997. p. 31-37.
- TARDIFF, M; LESSARD, C; LAHAYE, L. Os professores face ao saber: esboço de uma problemática do saber docente. Teoria e Educação, n. 4. Porto Alegre, RS, p.215-233, 1999.
- UFOP/DEMAT/ICEB. Projeto de Criação do Curso de Pós-graduação "Lato-sensu" em Educação Matemática. Ouro Preto, abril/2002. 8 p. (Mimeo).
- VIANA, M. C. V. Perfeccionamiento del Currículo para la formación de profesores de Matemática en la UFOP. 2002. 165 p. Tese (Doutorado em Ciências Pedagógicas)- Instituto Central de Ciencias Pedagógicas ICCP, La Habana, Cuba.

0102CCPROBLEMATIZANDO O ENSINO DE MATEMÁTICA HOJE NA EDUCAÇÃO FUNDAMENTAL

Wagner Ahmad Auarek¹

Juliana Batista Faria²

RESUMO

O objetivo deste trabalho consiste em um estudo reflexivo sobre as práticas de professores de matemática da escola básica, diante das mudanças e reformas na educação brasileira a partir dos anos 90, procurando captar e refletir sobre tendências no ensino de matemática.

Para um “olhar reflexivo” sobre as práticas, pretende-se identificar e analisar alguns saberes envolvidos nas práticas docentes, baseando-se na concepção de saber docente expressa por FIORENTINI, NACARATO E PINTO (1999) como *um saber reflexivo, plural e complexo porque histórico, provisório, contextual, afetivo, cultural, formando uma teia, mais ou menos coerente e imbricada, de saberes científicos – oriundos das ciências da educação, dos saberes das disciplinas, dos currículos – e de saberes da experiência e da tradição pedagógica.* (p.55)

A metodologia desta pesquisa intitulada “Refletindo sobre a prática de ensino de matemática – Tendências no Ensino de Matemática”³ consiste na formação de um grupo de professores de matemática atuantes no Ensino Fundamental que realizam encontros periódicos para relatos e reflexões coletivas sobre suas práticas e estudos de temas que contribuem para alimentar a própria prática.

A pesquisa encontra-se em andamento, reunindo aproximadamente 30 professores, vivenciando-se então um grupo de “pesquisa compartilhada”, por meio do qual está desenvolvendo-se estudos reflexivos sobre narrativas e práticas de professores de matemática diante de alguns problemas do ensino de matemática.

¹ Professor do UNI-BH Membro do PRODOC Grupo de Pesquisa sobre a Formação Docente - Fae/UFMG

² Licenciada em Matemática (UFMG) Membro do PRODOC Grupo de Pesquisa sobre a Formação Docente - Fae/UFMG

³ Participam da organização do grupo de pesquisa as professoras Maria José de Paula (Prefeitura de Belo Horizonte e PUC/ Minas) e Samira Zaidan (Faculdade de Educação - UFMG)

Introdução

No Brasil, a implementação de reformas educacionais vem ocorrendo desde o final da década de 80 e se consolida na década de 90, tendo como referência os acordos firmados na Conferência de Ministros da Educação e Planejamento Econômico, realizada em 1979, no México, e na Conferência de Jontien, realizada em 1990, na Tailândia. Por um lado, o mundo globalizado, as novas tecnologias e transformações operadas nos sistemas produtivos demandam novas qualificações. Por outro, as reformas também são fruto da ação de um movimento social que inclui a atuação dos docentes em suas entidades e instituições educacionais e dos agrupamentos progressistas que buscam atender aos interesses da população, no sentido de uma escola de qualidade para todos.

Assim sendo, o processo de reformas busca responder (Arroyo,2000; Popkewitz,1998) a demandas sociais historicamente não resolvidas: garantir a extensão do direito à educação para toda a sociedade; conferir sentido e significado aos conhecimentos adquiridos durante a escolarização; propiciar uma formação de profissionais mais ampla, já que o mundo profissional diversificou-se muito; e, ainda, contribuir para a formação de cidadãos, sujeitos conscientes de sua condição social. Em resumo, adotando uma visão mais típica dos movimentos, pode-se afirmar que a escola é concebida como espaço de acesso à informação e à formação plena de toda população, incluindo aqueles que historicamente eram excluídos.

O impacto dessas mudanças no ensino mostra-se significativa, e para o ensino de matemática parece ganhar maior visibilidade, devido à característica seletiva e classificatória anteriormente marcante no ensino dessa disciplina. Tradicionalmente, essa disciplina caracteriza-se pela centralização na figura do professor e pela transmissão de conteúdos. No atual movimento por mudanças, o professor de matemática amplia o seu “olhar” e a sua ação, assumindo posturas de educador, ou seja, preocupando-se com outras dimensões da formação do aluno (Zaidan, 2001).

A pesquisa

Este trabalho de pesquisa, intitulado “Refletindo sobre a prática de ensino de matemática – Tendências do Ensino de Matemática”⁴, consiste em uma continuação de pesquisas anteriormente realizadas⁵, de forma que se possa construir estudos reflexivos sobre narrativas e práticas de professores de matemática da escola fundamental, diante dessa nova realidade da educação. Dessa forma, espera-se compreender como o professor de matemática está atuando, que problemas tem enfrentado, que avanços tem conquistado na prática e que desafios se coloca; enfim, como tem equacionado sua prática mediante mudança tão profunda na organização da escola desde a inclusão de todos. Ainda se pretende, ao longo da pesquisa, realizar reflexões que possam captar tendências do ensino de matemática e indicações à formação profissional docente.

Teorias prévias e metodologia proposta

A metodologia da pesquisa consiste na formação de um grupo de professores formados em matemática que atuam nos anos finais da educação fundamental nas Escolas Municipais de Belo Horizonte⁶. Realizamos encontros periódicos para relatos de práticas, reflexão coletiva e estudos de temas que contribuem para alimentar a própria prática.

Essa metodologia permite aprofundar nossa compreensão acerca de práticas de professores de matemática. Permite ainda destacar, discutir, registrar a diversidade e a natureza das ações docentes nos diversos contextos em que se dão e levantar temas para estudo/aprofundamento dos próprios docentes, num processo coletivo e compartilhado. Trata-se de uma pesquisa que pretende abordar a mudança da docência com os próprios professores (Fiorentini, 2002). Acreditamos que a análise dos dados dessa pesquisa possibilitará captar indicações à formação docente, alimentando o intercâmbio entre os ensinos superior e básico.

⁴ Participam da organização do grupo de pesquisa as professoras Maria José de Paula (Prefeitura de Belo Horizonte e PUC/Minas) e Samira Zaidan (Faculdade de Educação - UFMG).

⁵ ZAIDAN (2001) e AUAREK (2000)

Para um “olhar reflexivo” sobre as práticas, pretende-se identificar e analisar alguns saberes nelas envolvidos, baseando-se na concepção de saber docente expressa como:

“um saber reflexivo, plural e complexo porque histórico, provisório, contextual, afetivo, cultural, formando uma teia, mais ou menos coerente e imbricada, de saberes científicos – oriundos das ciências da educação, dos saberes das disciplinas, dos currículos – e de saberes da experiência e da tradição pedagógica.”

(FIORENTINI, NACARATO e PINTO, 1999. p..55)

O saber docente é plural e se compõe de vários outros saberes provenientes de diversas fontes: *saberes das disciplinas* que emergem da tradição cultural e dos grupos sociais produtores de saberes; *saberes curriculares* compostos pelos discursos, objetivos, conteúdos e métodos que se apresentam concretamente sob a forma de programas escolares; *saberes da formação profissional* que são provenientes das ciências da educação e pedagogia; e os *saberes da experiência* que se constituem na experiência e são por ela validados (Tardif, 2002).

Dentre os saberes considerados por este autor, destacamos os *saberes da experiência*, que são adquiridos na prática docente, atualizados e re-atualizados. Eles não provêm de instituições de formação nem do currículo. Não são teorias, são saberes práticos e não da prática.

“Eles formam um conjunto de representações a partir das quais o(a)s professor(a)s interpretam, compreendem e orientam sua profissão e sua prática cotidiana em

⁶ A Escola Plural, implementada na rede Municipal de Ensino de Belo Horizonte, concentra os três últimos anos do ensino fundamental no 3º ciclo.

todas as suas dimensões. Eles constituem, poder-se-ia dizer, a cultura docente em ação.” (TARDIF, LESSAR e LAHAYE; 1991. p.228)

FIORENTINI, NACARATO E PINTO (1999) expressam que os saberes docentes são plurais e complexos, construídos historicamente em contextos sociais e escolares; são dinâmicos e próprios da prática. Denominam esses saberes como *saberes experienciais*, saberes práticos ligados à ação, mesclando aspectos cognitivos, éticos e emocionais ou afetivos.

Desenvolvimento da pesquisa

O projeto em questão iniciou-se em agosto de 2002. Nesse período, fomos convidados por professores de matemática de um grupo pedagógico da Administração Regional da Pampulha, região de Belo Horizonte, para participar da constituição de um grupo de professores de matemática. Essa proposta nos levou a pensar em conciliar os objetivos dos colegas da regional com os de nossa pesquisa, de modo que propusemos a eles que, não só aceitávamos participar, mas que gostaríamos de fazer do grupo um trabalho compartilhado. Enviamos o projeto de pesquisa para os Coordenadores da proposta da Regional e foi considerado, por estes, viável a possibilidade de conciliar os interesses.

A constituição e o desenvolvimento do grupo, contudo, mostraram-se em outro sentido: os professores que compareceram trabalhavam com o curso noturno, em programas de ensino regular e educação de jovens e adultos; mostraram estar vivendo grandes tensões e conflitos em suas práticas, desde a “Escola Plural”, com a inclusão escolar.

Essas reuniões com os professores de matemática de escolas municipais da Regional Pampulha, realizadas em 29 de agosto e 19 de setembro, foram as primeiras tentativas de formação do grupo de professores para a pesquisa. Nelas foram discutidas questões relativas ao ensino de matemática atual, à proposta da “Escola Plural”, às dificuldades e desafios enfrentados pelos professores e alunos,

entre outros. Após o primeiro contato, propusemos uma socialização dos trabalhos que realizávamos em nossas escolas, com nossas turmas e contextos, o que não foi aceito.

A experiência com esse grupo nos fez pensar na complexidade que é a reflexão sobre práticas sem que exista uma relação entre as pessoas de disposição ao compartilhamento. Acreditamos que o desejo de compartilhamento e de formação conjunta é construído mais lentamente ao longo dos contatos entre profissionais. Ademais, os professores que atuam no ensino noturno vivem situações diferentes daquelas sobre as quais pretendíamos investigar.

Ao mesmo tempo em que tal experiência se desenvolveu, realizamos nossas atividades de visitas a escolas de educação fundamental em discussões pedagógicas gerais e de contato com múltiplas outras escolas, a partir de alunos que realizam estágios em disciplinas com as quais trabalhamos em nossas Universidades.

À medida que visitávamos escolas para discussões diversas, a partir de nossas atividades de ensino e extensão, criamos oportunidades de falar com os professores de matemática, pedindo sua colaboração. Foi desenvolvido e posteriormente aplicado um questionário exploratório sobre o ensino de matemática denominado “O ensino de matemática hoje” aos professores das escolas visitadas.

Nesse questionário, além de exigidos dados pessoais gerais, foram apresentadas, afirmações de professores de Matemática a respeito das mudanças que vêm ocorrendo no ensino de matemática e na organização do trabalho do professor, as quais deveriam ser comentadas. As afirmações tinham como base indicações de nossas pesquisas anteriores (Zaidam, 2001; Auarek 2000).

A partir da análise das respostas a esses questionários, pôde-se constatar: a) discordância e dificuldades em lidar com o atual ensino de matemática; b) dificuldades em lidar com a escola inclusiva; c) angústia dos professores com as dificuldades apresentadas pelos alunos na aprendizagem da matemática; d) dificuldade de articulação dos conhecimentos matemáticos com a realidade dos

educandos, de maneira contextualizada; e) dificuldade em selecionar os conteúdos adequados à educação matemática fundamental e ao contexto em que os professores atuam; f) busca dos professores em fazer da sala de aula um lugar de “aprendizagem e prazer”, evidenciando seu desejo de que os alunos gostem de matemática, g) a idéia de que a lógica matemática não permite e não inspira novas abordagens.

O desenvolvimento da pesquisa até aqui relatado nos mostrou que deveríamos pensar em uma metodologia que permitisse captar os movimentos que atualmente vivenciam os professores que trabalham com o ensino da matemática. Esses movimentos acontecem em um momento da educação em que muitas transformações estão ocorrendo e nos permitem perceber como está se desenvolvendo o ensino da matemática e compreender o que está vivendo o professor em sua prática de sala de aula.

Desta maneira, dando continuidade à pesquisa, buscamos a constituição de um grupo de docentes, promovendo um encontro aberto a todos os professores de matemática do 3º ciclo da Rede Municipal de Belo Horizonte. Esse encontro ocorreu na forma de um debate com a intenção de apresentar os estudos desenvolvidos pelos pesquisadores e esclarecer a intenção e a dinâmica da pesquisa.

Esse debate realizou-se em fevereiro de 2003, intitulado “O ensino de matemática hoje na educação fundamental”, no qual Samira Zaidan e Wagner Auarek palestraram sobre seus trabalhos de Doutorado e Mestrado, respectivamente.

O debate entre os participantes colocou vários problemas vivenciados pelos professores na educação fundamental e destacou um conjunto de novidades e possibilidades para a melhoria do ensino de matemática, inserido numa perspectiva de formação geral dos alunos na “Escola Plural”. Dentre as questões mais colocadas pelos professores, destacamos: a) como reorganizar os conteúdos de matemática na lógica do 3º ciclo da Educação Fundamental? O que é central?; b) Como tratar a linguagem matemática e sua formalização?; c) Como trabalhar com grupos de

alunos em turmas diferenciadas? Que flexibilização curricular torna-se necessária? Que abordagens e metodologias?

Uma experiência de pesquisa compartilhada

Esse encontro propiciou a formação do Grupo de Matemática da pesquisa, constituído por professores da Rede Municipal de Belo Horizonte. Sendo assim, ao longo do primeiro semestre de 2003, vêm ocorrendo encontros mensais na Faculdade de Educação da UFMG nos quais têm sido realizadas discussões teóricas e reflexões a respeito do ensino de matemática, bem como relatos de experiência dos professores. Essa dinâmica vem permitindo discutir a prática da sala de aula de modo que o Ensino de Matemática possa ser problematizado e suas questões socializadas. O próprio grupo define sua dinâmica e temas de relato/discussão. As reuniões são gravadas, transcritas e esses materiais vêm sendo também socializados.

Foram realizados cinco encontros nos quais buscou-se conhecer e discutir as demandas dos professores em relação ao atual ensino da matemática nas escolas de Ensino Fundamental da rede pública. Esses encontros iniciais tiveram também o objetivo de solidificar o grupo como um espaço de discussão e reflexão sobre a prática. Como a pesquisa encontra-se em estágio inicial, não foi ainda desenvolvida uma análise sistematizada dos relatos e questões surgidos até o momento. Mesmo assim, torna-se interessante relatar algumas das questões debatidas e reflexões realizadas pelo grupo, as quais darão subsídios para a continuidade deste trabalho.

Nos encontros ao longo do semestre foram retomadas as questões surgidas no debate anteriormente mencionado, tendo sido levantados pelos professores os seguintes temas de interesse:

- Necessidade da discussão do ensino de matemática no ciclo e não nas séries isoladamente (referente ao 3º ciclo, que engloba os três últimos anos do ensino fundamental);
- Flexibilização Curricular: os professores expressaram que não sentem clareza sobre um programa a cumprir e nem sobre como fazê-lo. Nesse sentido, surgem questões referentes à didática da matemática e à necessidade de avaliar-se o nível de matemática adequado ao ensino fundamental. O que esperar de conhecimento matemático de um aluno ao final do ensino fundamental?
- A matemática fundamental ou elementar: ao discutir as dificuldades dos alunos no aprendizado da matemática fundamental, os professores acreditam que a sua formação específica em matemática parece não contribuir para sua atuação no ensino dos conceitos elementares. Acostumados com a lógica da escola seriada, os professores recebiam os alunos com certa prontidão, o que não ocorre mais, obrigando-os, muitas vezes, à retomada de conteúdos antes típicos dos primeiros anos do ensino fundamental.
- A questão geral da educação: por que estamos vivendo um processo de mudanças no ensino de matemática? Notamos que os professores mostram-se muito angustiados com a nova realidade da escola pública, onde o objetivo da inclusão de todos os alunos os obriga à construção de estratégias diferenciadas de aprendizagem da matemática. No entanto, eles não se sentem preparados para tal. Os professores também expressam a dificuldade

de convivência com comportamentos de seus alunos: pouca concentração, falta de hábitos de estudos, etc.

No encaminhamento dos trabalhos do grupo, inicialmente foi abordado o tema “Seleção de conteúdos matemáticos no 3º ciclo”. Para tal, foram apresentados aos professores programas de matemática extraídos de livros didáticos, da proposta da “Escola Plural” e dos PCN-MEC. A leitura e a discussão sobre os diversos programas orientaram a reflexão dos professores sobre o tema, a qual buscava entender como têm sido selecionados os conteúdos em suas práticas. Vale a pena ressaltar que o simples fato de ser o professor o autor da seleção do conteúdo matemático pertinente ao seu grupo de turmas já constitui uma novidade, já que a escola básica, até 1996, tinha um programa único nacional obrigatório.

Pôde-se perceber a dificuldade dos professores em destacar os conteúdos que têm priorizado e aqueles que têm eliminado no seu trabalho, dentre os conteúdos matemáticos considerados tradicionais. Analisamos que não houve um consenso em relação aos conteúdos que devem ser incluídos e nem aos que devem ser excluídos do 3º ciclo do ensino fundamental. O mesmo pode ser dito em relação aos conteúdos a serem priorizados. Mas uma primeira tentativa de síntese dessas discussões aponta que o trabalho do professor de matemática tem-se concentrado nos conceitos fundamentais da matemática. Nesse sentido, destaca-se a necessidade, que a nova realidade vem colocando para o professor, de re-estudar os conceitos essenciais, de modo a melhor articulá-los com as demandas da prática.

Dentre as dificuldades apresentadas pelos professores, destacamos:

- adequação da seleção de conteúdos à necessidade de contextualizar e tornar significativos os conhecimentos matemáticos. Todos os professores ressaltam a impossibilidade de trabalhar apenas com aulas expositivas -

entendo-a como uma marca da cultura escolar da escola tradicional - e a necessidade de relacionar os conteúdos matemáticos entre si e com conteúdos de outras disciplinas;

- a equalização da grade curricular (há uma tendência na “Escola Plural” em atribuir tempos iguais às disciplinas e projetos) e a mudança do tempo de trabalho do professor de matemática tem colocado para a maioria dos professores um tempo menor de trabalho com a matemática, o que é contraditório com o fato de os desafios da prática estarem maiores.

Entendemos que essa tarefa de selecionar conteúdos remete à definição de critérios, a qual tem sido conduzida por questionamentos como: será que o programa tradicional para esse nível de ensino é adequado? Ou a proposta da escola inclusiva⁷ é que o torna mais ou menos adequado? Essas questões nos levam a perceber um conflito entre a situação anterior (onde existia um currículo mínimo único e obrigatório) e a situação atual (onde o próprio professor participa da seleção e organização dos conteúdos). Isto é, o professor não deseja a situação anterior, mas ainda não se encontra preparado para a seleção de conteúdos que lhe é atribuída atualmente. Esta mediação entre as duas situações faz parte do processo de construção profissional no momento.

Desse modo, o processo de seleção de conteúdos vem sendo um fator de grande angústia dos professores, que desejam propiciar melhor aprendizagem da matemática, da maneira mais abrangente possível, ainda que sendo solicitados a fazer essa seleção conforme o contexto do trabalho.

⁷ Uma característica da Escola Plural, ao propor o Espaço Escolar Democrático e ao defender a Universalização da Educação.

Dentro deste mesmo tema, outras questões apresentadas foram relativas a formas de abordagens dos conteúdos matemáticos, insistentemente colocadas em função da heterogeneidade dos alunos nas salas de aula. Foram citados trabalhos utilizando jogos, a resolução de problemas articulada com trabalhos em grupo e projetos.

O tema “Trabalho com Jogos” foi então selecionado, tendo sido feitos relatos e atividades nos quais os professores apresentaram as suas experiências atuais. Essa atividade possibilitou socialização da abordagem de conteúdos matemáticos por meio de jogos e a problematização dessa forma de trabalho. Estão em debate, então, as seguintes questões sobre as quais os professores consideraram necessário refletir: a maneira de apresentar instruções e regras do jogo para os alunos; a maneira de organizar o registro das atividades pelos alunos; a utilização de situações-problema e atividades que envolvam o jogo e a sistematização dos conceitos nele envolvidos.

A pesquisa está se desenvolvendo, com a promoção desses encontros mensais que reúnem aproximadamente 30 professores, vivenciando-se então um grupo de “pesquisa compartilhada”. O encontro do grupo de pesquisa compartilhada terá seguimento durante todo o segundo semestre deste ano e já se constitui como espaço de socialização e encaminhamento de estagiários da disciplina Prática de Ensino, de reflexão sobre a prática e de envolvimento de acadêmicos com os contextos da educação básica.

Considerações finais

Como a pesquisa encontra-se em andamento, não será possível apresentar uma análise final. Contudo, temos a apresentar algumas considerações a respeito da experiência de constituição do Grupo de Matemática.

A experiência de constituir um grupo de pesquisa compartilhada (Fiorentini, 1998), a partir de várias tentativas, evidencia a dificuldade da metodologia de relato e reflexão sobre a prática, que vem sendo construída no processo à medida que os participantes do grupo ganham confiança uns nos outros. Além disso, a pesquisa compartilhada impõe a necessidade de convivência do objetivo acadêmico de pesquisa, portanto, de conhecimento da realidade e produção de conhecimento na forma de teorização, com o objetivo prático dos professores de ter um espaço de equacionamento de problemas de sua prática.

Ao mesmo tempo, a importância dada à prática no discurso desses professores tem nos mostrado que um grupo como esse pode se tornar um espaço de discussão e reflexão sobre a prática e que há uma disposição dos professores, em sua maioria, em tornar a sua sala de aula um local de busca de uma matemática significativa no processo educacional dos alunos da escola fundamental pública. Eles têm a certeza de que a sua disciplina tem muito a contribuir no processo educacional como um todo, sendo portanto fundamentais a discussão e a reflexão das possibilidades do ensino da matemática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARROYO, Miguel. *Ofício de Mestre: imagens e auto-imagens*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.

AUAREK, Wagner Ahmad. *A superioridade da matemática escolar: um estudo das representações deste saber no cotidiano da escola*. Tese de Mestrado, Faculdade de Educação, UFMG, Belo Horizonte: 2000.

BARTH, Britt-Mari. *O saber em construção – para uma pedagogia da compreensão*. Coleção Horizontes Pedagógicos, Instituto Piaget, Lisboa, Portugal: 1993.

- CALDEIRA, Ana M. Salgueiro. *Saber docente y práctica cotidiana – un estudio etnográfico*. Colección Repensar la educación, no. 3. Barcelona, ES: Octaedro, 1998.
- CARVALHO, J.P e SZTAJNI, P. As habilidades “básicas” em MATEMÁTICA *In Presença Pedagógica*, v.13, n.15, maio/junho 1997.
- CHARLOT, Bernard. A relação ao saber e à escola dos alunos dos bairros populares. *Utopia e democracia na educação cidadã*. VIII Seminário Internacional de Reestruturação Curricular, José Clóvis de Azevedo, Pablo Gentili, Andréa Krug e Cátia Simon, organizadores. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/Secretaria Municipal de Educação, 2000.
- DAVID, Maria Manuela M. S. As possibilidades de inovação no ensino-aprendizagem da matemática elementar. *Presença Pedagógica*, Jan/Fev. Belo Horizonte, 1997.
- DAVID, Maria Manuela M. S., FONSECA, Maria da Conceição F. R. Sobre o conceito de número racional e a representação fracionária. *Presença Pedagógica*, v.3, n. 14, mar/abr 1997.
- FIORENTINI, Dario. *Rumos da pesquisa brasileira em educação matemática: o caso da produção científica em Cursos de Pós-Graduação*. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, SP: 1994.
- FIORENTINI, D. e NACARATO, Adair M. e PINTO, Renata A. Saberes da experiência docente em matemática e educação continuada. *Quadrante: Revista teórica e de investigação*. Volume 8, Revista Semestral da Associação de Professores de Matemática de Portugal. Lisboa, Portugal, 1999.
- FIORENTINI, D. e SOUZA JR., A. J. e MELO, G.F.A. Saberes docentes: um desafio para acadêmicos e práticos. *Cartografias do Trabalho Docente: professor(a)-pesquisador(a)*. Corinta Maria Grisolia Geraldi, Dario Fiorentini, Elisabete Monteiro de Aguiar Pereira (orgs.). Campinas, SP: Mercado de Letras: Associação de Leitura do Brasil – ALB, 1998. (Coleção Leituras do Brasil).

FIORENTINI , Dario. Tendência de Pesquisa em Educação Matemática no Brasil – ANAIS VI EBRAPEM, 2002.

GRANELL, Carmem Gómez. Rumo a uma epistemologia do conhecimento escolar: o caso da educação matemática. In *A Construção do Conhecimento Escolar* – volume 2 – Editora Ática: 1998.

POPKEWITZ, Thomas S. *Reforma educacional; uma política sociológica – poder e conhecimento em educação*. Tradução: Beatriz Affonso Neves, Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SZTAJN, Paola., ORTIGÃO, Maria Isabel Ramalho, CARVALHO, João Pitombeira de. E agora, o que fazer sem os conjuntos? In: *Presença Pedagógica*, v.6, n.34, jul/ago 2000.

TARDIF , Maurice , LESSARD, Claude e LAHAYE, Louise. Os professores face ao saber – esboço de uma problemática do saber docente. *Teoria & Educação*, 4, Pannoca Editora Ltda., Porto Alegre, RS: 1991.

TARDIF, Maurice. Os professores enquanto sujeitos do conhecimento: subjetividade, prática e saberes do magistério. *Didática, currículo e saberes escolares*. Vera Maria Candau (org.). Rio de Janeiro: DP&A, 2000 (a).

_____. Saberes profissionais dos professores e conhecimento universitários. Elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas consequências em relação à formação para o magistério. *Revista Brasileira de Educação* – Jan/Fev/Mar/Abr 200 (b) – no. 13 – páginas 05 a 24.

TARDIF , Maurice e RAYMOND , Danielle. Saberes, tempo e aprendizagem do trabalho no magistério. *Educação e Sociedade/Centro de Estudos e Sociedade (CEDES)*, no. 73, Campinas, SP: CEDES, 2000.

ZAIDAN, Samira. *O(a) professor(a) de Matemática no contexto da inclusão escolar*. Tese de doutorado, Faculdade de Educação, UFMG, Belo Horizonte: 2001.

ZEICHNER, Kenneth M. *A Formação Reflexiva de Professores: Idéias e Práticas*. Educa: Lisboa, 1993.

0103CC A FORMAÇÃO DO PROFESSOR DE MATEMÁTICA E APESQUISA EM SALA DE AULA

Manoel Lima CruzTeixeira¹

RESUMO

Neste trabalho, apresentamos nossa história de vida como aluno e professor em cursos de capacitação das redes de ensino do Estado e do Município do Rio de Janeiro. Analisamos criticamente propostas curriculares para o ensino de matemática, pois entendemos que a escola e o ensino precisam atualizar-se e produzir mudanças curriculares. Afirmamos que nessas mudanças a formação do professor deve ser associada à sua prática docente, orientada para a pesquisa em sala de aula.

O professor reflexivo e crítico, pesquisador nas suas escolhas de currículo, proporcionadas por suas ações pedagógicas, se fundamenta na troca com parceiros orientadores da sua formação contínua, vivenciada no seu ambiente de trabalho, no local de sua capacitação docente e em outros espaços alternativos e culturais.

Sabemos que a prática do professor de Matemática em nossas escolas segue, geralmente, o modelo tradicional conservador que se perpetua por longo tempo. Essa pedagogia, hegemônica, em grande parte do sistema educacional nacional, não muda já faz um bom tempo: desde os jesuítas continuamos arraigados à educação clerical.

Procuramos não só costurar os entrelaçamentos entre os temas estudados como também tecer a rede em que cada fio pode ser identificado com os diversos conhecimentos dos quais fazemos uso em cada área envolvida, respaldados pelos estudos teóricos e práticos de autores de reconhecida competência.

¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro

RESUMO

O curso de Matemática do UNI-BH entende que a educação não passa exclusivamente "pelos estudos", existindo uma outra vertente igualmente importante: a vertente empreendedora. Para o sucesso de uma educação empreendedora devemos ter em conta dois fatores essenciais: o espaço de intervenção e a ligação à comunidade envolvida.

Portanto, em agosto de 2002, iniciamos o projeto de extensão CAMP Jr. (Centro de Apoio Matemático-Pedagógico Júnior), que tem neste segundo aspecto a inspiração de seu principal objetivo: fazer com que o futuro professor fique ciente das suas competências e daquelas que necessita desenvolver para um atuar consciente na realidade.

O principal objetivo do CAMP Jr. é fortalecer o elo de ligação entre os alunos do curso de Matemática e o meio social, através da aplicação de conhecimentos adquiridos, apostando numa valorização contínua do espaço científico-tecnológico-social em que se inserem.

Iniciamos nossos trabalhos com 24 educadores-juniores assistindo a 200 alunos de três escolas de ensino fundamental e médio da rede pública, da região do Campus Diamantina, e no primeiro semestre de 2003, já atuávamos em cinco diferentes bairros de Belo Horizonte, e em Contagem, com a participação de 48 educadores-juniores assistindo a 420 alunos, de 20 diferentes escolas.

¹ rosiclerms@uol.com.br Mestre em Educação Coordenadora do Projeto Camp Jr.

0105CC O QUE SE MOSTRA NO TRABALHO DESENVOLVIDO EM MATEMÁTICA POR PROFESSORES DAS SÉRIES INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL?

Nélia Mara da Costa Barros Silva¹

Maria Queiroga Amoroso Anastácio²

RESUMO

Nesta comunicação propomos relatar algumas das reflexões construídas no desenvolvimento da pesquisa realizada sobre o tema “*O que se mostra no trabalho desenvolvido em Matemática por professores das séries iniciais do Ensino Fundamental*”. É uma investigação que tem como participantes professoras que atuam no segundo ciclo do Ensino Fundamental de uma escola da Rede Municipal de Juiz de Fora. Trata-se de uma investigação de cunho qualitativo, que tem a Fenomenologia como suporte. Após as observações realizadas de situações de aula de Matemática, das crianças em diferentes espaços, escolares e não escolares, o foco do trabalho voltou-se para o que dizem os professores sobre aquilo que percebem ao trabalhar com a Matemática na escola. Após as análises dos discursos das professoras, chegou-se às categorias que iluminam o que se busca compreender: Formação do professor, Prática Pedagógica, Matemática escolar, Procedimentos de cálculos, Preconceito, Fracasso justificado.

¹ Mestre em Educação – Professora do Colégio de Aplicação João XXIII – UFJF

² Doutora em Educação – Professora da UNICOR – MG

Introdução

A iniciativa de dedicar-me à investigação daquilo que se mostra no trabalho desenvolvido em Matemática, por professores das séries iniciais do Ensino Fundamental, especificamente do 2º ciclo ou 3ª e 4ª séries, tem estreita relação com minha trajetória profissional enquanto pedagoga e professora nesses níveis de ensino. Por acreditar que a realidade não independe do sujeito, não é algo externo a ele, mas que, os olhares, os significados e as leituras atribuídas a ela emergem do seu mundo vivido, como pesquisadora, senti a necessidade de iniciar esse trabalho falando de algumas experiências que tocaram de forma especial minha vida profissional e acadêmica e que influenciaram as leituras e análises postas ao longo desse trabalho.

A atuação como educadora nas séries iniciais do Ensino Fundamental, no decorrer de vinte e cinco anos, na rede particular, municipal, estadual e federal do Rio de Janeiro e Juiz de Fora me permitiu construir alguns conhecimentos e muitas interrogações, entre elas, as geradoras dessa investigação. Minha trajetória profissional, além de me proporcionar à oportunidade de trabalhar em escolas rurais, de periferia e de centros urbanos, em turnos diurnos e noturnos, deu-me a peculiaridade de viver a prática docente, especialmente em Matemática, com escolarizados de diferentes contextos e faixas etárias. Trabalhei com crianças, jovens e adultos em ambientes absolutamente distintos em vários aspectos: sociais, econômicos, culturais, entre outros.

O contato com realidades diversas, me possibilitou a convivência com alunos que dominavam saberes e práticas diferentes daqueles que eu conhecia e buscava “ensinar”. Essa proximidade com outras formas de saber e de fazer, essa multiplicidade de possibilidades e conhecimentos que se mostrava presente no dia-a-dia dos alunos me sensibilizavam, levando-me a lançar novos olhares sobre a realidade em que eles viviam e ver sob outros ângulos a que, além de darem outra imagem à Matemática escolar, liberem e desenvolvam a criatividade dos alunos. abordagem que eu trazia sobre a construção do conhecimento, minha prática pedagógica, meus alunos e o processo que permeava nossa relação, o de ensino e de aprendizagem.

Neste texto, pretendo relatar um pouco dessa trajetória, falar de questões que foram concebidas ao longo desse caminho e tornaram-se pontos de reflexão, de discussão, de estudos e de pesquisa. Escrevê-lo, remete-me uma vez mais, às

inúmeras experiências vividas em diferentes contextos e à aprendizagem de um olhar atento e valorativo para a singularidade de cada comunidade, de cada escola, de cada aluno. Esse retorno, além de inúmeros sentimentos, faz avivar os desafios, as vitórias e os fracassos vividos por mim no cotidiano do âmbito escolar, na tentativa de se desenvolverem práticas com vistas à superação das dificuldades dos alunos e a implementação de um trabalho que permitisse a valorização de diferentes conhecimentos, escolares e não escolares, respeitando assim, a diversidade de saberes e práticas dos alunos e evitando às diferentes formas de discriminação que favorecia inúmeras reprovações e evasões.

Ao escrever sobre essas experiências, o faço a partir de uma visão minha, daquilo que experimentei e construí em minhas vivências. Procuro afastar-me de um racionalismo e de uma determinada objetividade e neutralidade apregoada por algumas abordagens teóricas no campo da metodologia da pesquisa como, por exemplo, aquelas que buscam a verdade, apoiando-se na racionalidade da Matemática e das Ciências Exatas, que pautam a objetividade na quantificação e a neutralidade no afastamento do pesquisador do objeto de pesquisa. Opondo-me a esse modo de conhecer a realidade, aproximo-me do meu sentir, como sujeito que sou, participante da tessitura do mundo no qual vivo e, portanto, parte integrante dele. Busco falar da minha realidade vivida e não daquela que se apresenta de forma impessoal, independente de quem a percebe, como algo distante e passível de ser relatada de forma objetiva e neutra. Dessa forma, pretendo falar daquilo que faz sentido para mim, onde foram cunhadas minhas percepções e significações. Nessa perspectiva, busco relatar as primeiras manifestações, que ainda trago na memória, que concorreram para a trajetória percorrida por mim como educadora e pesquisadora.

Da adolescência, lembro-me do fascínio pelo Magistério e do sonho de ser um dia professora. Essa inclinação pelo ensino levou-me, no ano de 1975, a participar como voluntária, auxiliando uma professora, em um programa de alfabetização de adultos, de iniciativa do governo federal, denominado MOBRAL (Movimento Brasileiro de Alfabetização), no Rio de Janeiro.

As aulas desse projeto aconteciam em uma das salas de uma igreja do bairro em que eu morava e atendia, em sua maioria, adultos idosos que moravam no Morro do Sossego, em Madureira. O contato com esses alunos e a participação, ainda que discreta, em seu processo de alfabetização, com certeza, influenciaram

fortemente minha opção profissional futura. A alegria que eles evidenciavam pelo domínio de cada letra, palavra, frase, número me contagiava de uma forma especial. Ainda hoje, me recordo de alguns rostos e, principalmente, daqueles brilhos nos olhos... Brilhos que expressavam a felicidade em aprender e em conquistar um mundo imenso e letrado do qual, até então, viveram excluídos.

Ao final desse mesmo ano em que participei do programa acima mencionado, terminei o ginásio³ e ingressei no Centro Interescolar Carmela Dutra, para cursar o Magistério e, em seguida, cursei Pedagogia na Universidade Federal do Rio de Janeiro. Essas instituições foram de grande importância em minha trajetória profissional, pois o que lá aprendi serviu-me de ancoradouro e/ou ponto de partida para inúmeras jornadas em busca de novos portos. Nelas também idealizei, entre outras questões, algumas características como representantes legítimas e naturais do que era ser professor e aluno. Nessa concepção desenvolvida, cabia ao professor transmitir os conhecimentos que havia assimilado para formar bons alunos; ao aluno cabia aprender o que estava sendo transmitido através da memorização e da repetição de exercícios.

Entretanto, na realidade, no dia-a-dia da sala de aula, já como professora da rede municipal e estadual do Rio de Janeiro, no início da década de 1980, eu e meus alunos não nos encaixávamos exatamente nesses papéis. Eles não correspondiam ao que havia sido idealizado por mim nos cursos de formação, não assimilavam com a prontidão e o interesse esperados o que eu pretensamente ensinava; pelo contrário, geralmente, não compreendiam o que estava sendo trabalhado e, mostravam-se dispersos e desinteressados e, em consequência, apresentavam baixos rendimentos, que culminavam em uma quantidade considerável de reprovações. Esse quadro me trazia uma imensa frustração e inquietação porque não conseguia alcançar os alunos e fazê-los aprender.

As escolas municipais e estaduais em que trabalhei, em sua maioria, localizavam-se em bairros de periferia ou favelas, sendo portanto, geralmente compostas por alunos com perfis, valores e atitudes diferentes daqueles tomados como exemplos nos cursos acadêmicos, nos livros didáticos e por mim. Nesse contexto, a teoria não iluminava as questões que emergiam da prática e me incomodavam profundamente.

³ O antigo ginásio corresponde, atualmente, ao 2º segmento do ensino fundamental (5ª a 8ª séries).

No meu ponto de vista, o conteúdo era simples e fácil; a Matemática, então, era elementar. Eu não entendia o motivo pelo qual os alunos não compreendiam, não aplicavam os conceitos trabalhados ou não realizavam corretamente as operações matemáticas, já que eu planejava as aulas, procurava utilizar materiais didáticos concretos, elaborava exercícios com vistas à memorização das matérias novas, entre outras iniciativas.

As dificuldades apresentadas pelos alunos eram evidentes, muitos não acompanhavam a evolução do programa e iam ficando para trás a cada bimestre, totalmente perdidos e sem ânimo. Esse quadro não era específico das minhas turmas e da escola em que lecionava; ao contrário, esse estado de coisas inscrevia-se em um cenário educacional brasileiro antigo e por demais discutido há tempos. Os altos índices de repetência e evasão vinham acompanhando o sistema público de ensino desde a sua implantação, na década de 20, desafiando investimentos e propostas que buscavam modificar tal quadro. Como expõe Lourenço Filho (apud Brandão, 1983, p.9), fazendo a apresentação do primeiro levantamento estatístico global da situação do ensino depois da Revolução de 30:

O que mais impressiona não é só a taxa de crianças em idade escolar, fora das escolas. Para oito milhões de crianças nessas condições, não foi surpresa saber-se que pouco mais de dois milhões estão arroladas nas escolas. Mas a frequência não chega a 70%. E sobre frequência assim reduzida, a deserção escolar é sintoma impressionante. Mesmo para o ensino fundamental comum, a taxa de alunos que chegam a concluir o curso não atinge a seis por cento! O rendimento efetivo, real do ensino primário no Brasil é, pois, dos mais pobres em todo mundo, à vista dessa deserção.

Esses índices elevados geraram pesquisas, debates e críticas no âmbito educacional e fora dele, entretanto, as mudanças obtidas foram por demais discretas ao longo dos anos. Quase meio século depois, entre 1971 a 1978, segundo Patto (1993), de cada 1 000 crianças que se matricularam na 1ª série, 526 matricularam-se na segunda série no ano seguinte e 180 conseguiram terminar a 8ª série em

1978, ou seja, somente 18% desse efetivo que ingressou no primeiro grau seguiu a sequência das séries sem repetir de ano.

A justificativa para o fracasso dos alunos, ao longo de sua história, apoiou-se em diferentes estudos e teorias, sendo que a maioria delas, a princípio, defendia que a veracidade sobre o fracasso dos alunos instalava-se fora do sistema escolar. Dessa forma, desobrigando-se a escola de responsabilidades, porque tais fatores estavam além de sua competência..

Nessa perspectiva, os problemas subjacentes aos baixos rendimentos dos alunos localizavam-se em questões de ordem social, cultural e econômica e, portanto, transcendiam a competência da escola. Como consequência dessa argumentação o insucesso dos alunos era tolerado e visto como independente da escola e as crianças eram taxadas com diferentes denominações, tais como, carentes, defasadas e imaturas. A desnutrição, a pobreza, a inaptidão e a falta de capacidade intelectual do aluno, entre outros aspectos, eram álibis que colocavam a escola acima de qualquer suspeita, eximindo-a de qualquer responsabilidade e buscando nos alunos ou no meio em que viviam as respostas para uma questão que não silenciava: as repetências e as evasões.

Entretanto, os álibis da desnutrição, da pobreza, da inaptidão e da falta de capacidade dos alunos que atravessaram décadas justificando tal quadro e eximindo a escola de qualquer responsabilidade foram se mostrando inconsistentes e contraditórios. Diante da incoerência cada vez mais evidente de tais tendências e da parcialidade da análise pedagógica até então preponderante, novos prismas de análise foram investigados, colocando-se em questão a ineficácia da prática pedagógica dentro das escolas e a incapacidade dessa instituição de aparelhar-se de forma competente para atender sua clientela e cumprir o papel a que se destinava: o de inclusão de cidadãos e não o de exclusão.

No início da década de 1980, a reprovação e a evasão na escola pública ainda assumiam proporções assustadoras. As questões fatalistas, apesar de inconsistentes e ultrapassadas, ainda sustentavam as falas sobre as questões escolares. Ainda era muito comum a perspectiva de análise que agregava questões biológicas e o contexto econômico, cultural e social para justificar o fracasso dos alunos.

Apesar da minha prática pedagógica refletir a realidade escolar vivida na época, esse quadro educacional e minha postura docente me inquietavam bastante.

No contato direto com os alunos, ouvindo suas histórias, conhecendo algumas das atividades que desempenhavam fora da escola, percebia que muitos traziam inúmeros conhecimentos e habilidades que haviam aprendido ou desenvolvido em suas vivências diárias e que eram significativas para eles e de grande importância em seu meio. Ao mesmo tempo, percebia também, que na escola, esses mesmos alunos apresentavam baixos rendimentos e seguidas reprovações. Essas observações ainda não me permitiam compreender a origem das nossas dificuldades, minhas e dos meus alunos, mas passaram a me instigar na busca de novos caminhos que apontassem mudanças nesse quadro.

Nesse contexto, chamava-me a atenção, em especial, a Matemática, considerada o bicho-papão pelos alunos e, conseqüentemente, a que liderava o ranking das disciplinas responsáveis pelos altos índices de repetência e evasão escolar. Nessa disciplina, particularmente, eu percebia que mesmo quando não havia reprovação e o aluno seguia a seqüência das séries, em muitos casos, ela resultava em inúmeras técnicas e conceitos memorizados de forma desarticulada por um breve período de tempo.

As inquietações em torno dessas questões cresciam à medida em que percebia aqueles que, na escola, aparentavam não dominar conceitos e operações matemáticas consideradas simples e, no entanto, em seu dia-a-dia, utilizavam inúmeros conhecimentos para lidar com o ambiente em que viviam. Em sua rotina, desenvolviam e aplicavam práticas que revelavam seu senso matemático, ou seja, comparavam, classificavam, quantificavam, entre outras habilidades, a todo instante no cotidiano do ambiente da família, do trabalho, nos jogos e brincadeiras.

Nesse sentido, destaco duas experiências que marcaram, especialmente, minha trajetória e contribuíram para que eu desse os primeiros passos concretos em busca de novos caminhos. Uma delas foi em 1983, numa escola municipal de 1ª a 4ª série, localizada em uma área considerada de difícil acesso no Rio de Janeiro, porque se situava em uma área rural. Nesse ano, trabalhei com uma turma de segunda série rotulada de “especial”, porque era formada por alunos repetentes e em idade considerada avançada para a série, pois a maioria possuía entre dez e catorze anos. Tais alunos, apesar de estarem na 2ª série do Ensino Fundamental, já possuíam uma história considerável de reprovações.

Na verdade, as experiências vividas nessa escola foram as primeiras a abalar algumas concepções que eu havia estruturado sobre vários aspectos: sociais,

morais, culturais, educacionais, entre outros. Nessa escola, diante de uma turma desgastada pelas seqüentes reprovações, praticamente “predestinada” a mais um ano na 2ª série, comecei a dar os primeiros passos em busca de outras concepções e práticas pedagógicas que trouxessem luz àquela realidade. Intuitivamente, a princípio, deixei de lado a matéria a ser dada e parei para ouvir os alunos. Assim, passei a conhecer mais o seu dia-a-dia e as atividades que desempenhavam fora da escola, o que gostavam, o que não gostavam, seus sonhos e desejos. Poderia dizer que, foi com a prática pedagógica em escolas marcadas pela repetência e evasão, que comecei a aprender um pouco mais sobre o que é ser professora..

Alguns desses alunos, trabalhavam em chácaras da região, mediam, preparavam canteiros e plantavam verduras e legumes. Outros, trabalhavam na ordenha de vacas, tiravam leite e ajudavam na produção de queijos. Ambos grupos de alunos vendiam esses produtos (verduras, leite e queijo, etc) pelas ruas do bairro. Algumas alunas, na parte da tarde, tomavam conta de crianças da vizinhança para ganhar algum dinheiro, outras faziam peças de crochê e vendiam para colegas, vizinhos e profissionais da escola.

Após alguns dias de muita conversa, muitos casos, e poucos exercícios, voltei a planejar minhas aulas tendo como foco os conhecimentos que esses alunos possuíam e as situações-problema que faziam parte de sua realidade. Pelo menos uma vez por semana, fazíamos atividades fora da sala de aula, realizávamos visitas pelas imediações da escola, ora fazendo investigações, ora colhendo material ou simplesmente observando determinados aspectos ou fatos. Nessas saídas, com certeza, eu era a pessoa que mais aprendia, muita coisa era nova para mim.

Essa turma, ao longo desse ano, desenvolveu várias atividades, entre elas: os alunos participaram de um projeto de agricultura promovido pelo DEC (Distrito de Educação e Cultura) e, com a ajuda de um técnico, medimos a área da escola a ser utilizada, preparamos canteiros, plantamos e colhemos verduras e legumes; escreveram, ensaiaram e apresentaram uma peça de teatro na festa de final de ano da escola. O projeto de agricultura favoreceu o desenvolvimento de vários conteúdos, em diferentes áreas. Através das atividades desenvolvidas, a Matemática, antes vista como um problema e motivo de muita dor de cabeça, passou a ser trabalhada com maior interesse e participação dos alunos e rendeu trabalhos interessantes.

O desenvolvimento desses alunos foi surpreendente e permitiu que fossem vistos e tratados pela comunidade escolar, principalmente, de outra maneira. A mudança de comportamento desses alunos, os resultados positivos que apresentavam no desenvolvimento dos projetos e atividades favoreceram reconhecimento, elogios e, o mais importante de tudo, a recuperação da auto-estima. No final do ano, praticamente todos foram promovidos para a terceira série, somente dois de vinte e três alunos permaneceram retidos porque possuíam problemas específicos.

Essa experiência me permitiu inúmeras aprendizagens tanto no aspecto pessoal quanto no profissional, foi um marco em minha trajetória profissional. A partir daí, passei a me interessar por questões que tratavam de fracasso escolar, cultura, prática pedagógica, aprendizagem, principalmente no que se referiam à Matemática, minha área de especial interesse. Nessa mesma época, em meados da década de 1980, inúmeros estudos, pesquisas e debates começavam a apontar necessidades de mudança no trabalho com essa disciplina .

No ano de 1985, pedi exoneração do município e ingressei no Colégio Pedro II, uma instituição federal de Ensino Fundamental e Médio, no Rio de Janeiro. Essa instituição possuía como critério o sorteio público para ingresso dos alunos no 1º ano do ensino fundamental, permitindo que crianças de diferentes bairros, situações financeiras, valores, conhecimentos, entre outros aspectos, partilhassem do mesmo espaço de sala de aula. O trabalho com essas turmas motivou inúmeras leituras, grupos de estudo e assessorias entre o corpo docente, visando o desenvolvimento de projetos e atividades que atendessem à diversidade das turmas e permitissem melhor qualidade no processo de ensino e de aprendizagem. A experiência como professora regente e orientadora educacional nessa instituição e o aprofundamento teórico e prático alcançado pelos constantes estudos e cursos de capacitação, significaram crescimento e amadurecimento para a experiência que viveria nos anos seguintes em uma escola estadual de ensino supletivo de 1ª a 8ª série, que atendia, em sua maioria, alunos da favela do Jacaré.

Essa experiência se deu entre 1989 a 1994. A escola funcionava no horário noturno e atendia a adolescentes, jovens e adultos. Grande parte desses alunos, já exercia algum tipo de trabalho informal ou já era empregado. Em geral, os alunos mais novos haviam sido encaminhados pela rede municipal para terminarem seus estudos em escolas noturnas, porque tinham completado catorze anos sem

concluírem o primeiro grau. Os alunos com mais idade, que haviam trancado matrícula ou abandonado a escola, estavam retornando, na expectativa de concluírem o Ensino Fundamental. Muitos dos alunos dessa escola contribuíam, ou eram os únicos responsáveis financeiramente, pelo sustento de suas famílias; alguns já tinham filhos e desempenhavam diferentes atividades: empacotadores de supermercado, empregos domésticos, funcionários de companhias de limpeza, vendedores de drogas, camelôs, ou realizavam pequenos biscates. No entanto, eram alunos retidos com frequência pela escola, inclusive em Matemática, porque aparentavam não interpretar situações-problema e dominar conceitos e operações consideradas simples.

Tendo como experiência o trabalho desenvolvido na escola municipal e algumas leituras e reflexões mais amadurecidas na área de Educação Matemática dei prosseguimento a um trabalho na mesma linha do anterior, ou seja, procurei trazer para a sala de aula os conhecimentos e as práticas que os alunos dominavam. Discutíamos as bases desses conhecimentos, sua utilidade, suas limitações, suas relações com a Matemática escolar, entre outras abordagens. Esse trabalho proporcionou inúmeras observações, investigações e a construção de inúmeros outros conhecimentos, matemáticos e não matemáticos. O uso de artigos de jornal e revista também se tornou uma prática muito comum nas aulas de Matemática, porque os alunos se interessavam muito por assuntos ou problemas que se tratavam da favela e seus arredores e da cidade do Rio de Janeiro, de forma geral. O trabalho desenvolvido em Matemática nesse enfoque permitiu que abordássemos inúmeras questões, entre elas: o uso e a venda de drogas, a gravidez na adolescência, o aborto, a homossexualidade. Mais uma vez nesse diálogo, eu aprendi mais do que ensinei.

Nessas duas escolas, a princípio, a forma que conduzir o trabalho, de lidar com os alunos, causou estranheza neles próprios e em outros profissionais da instituição. Nesse processo, algumas vezes, tive que argumentar muito com diretores, supervisores ou coordenadores, em outras, precisei subverter normas da instituição que proibiam atividades fora da sala de aula, a permanência de alunos na escola fora de seu horário de estudo, etc. A crença de que era fundamental conhecer meu aluno e a realidade em que ele vivia e a certeza de sua capacidade de aprendizagem, me permitiram perceber o quanto o cotidiano desses alunos está impregnado de saberes, inclusive matemáticos.

O trabalho nessa perspectiva me fez perceber o quanto Matemática sem significado para o aluno, repetitiva e sem compreensão pode contribuir para o aumento de dificuldades e ampliar o quadro de insucesso escolar. Nesse contexto de trabalho, onde a Matemática da escola caminha na contra-mão do mundo-vida do aluno, ela se afastava de sua função social que é de inserir o cidadão na sociedade, de permitir-lhe uma melhor compreensão de sua realidade e aproxima-se de outras práticas que servem à reprovação e à exclusão.

O alto índice de reprovação promovido pela Matemática, ao longo de sua história na escola, vem despertando inúmeros sentimentos negativos em relação a essa disciplina, entre eles, os de aversão e de medo. IMENES (1989) constatou, através de sua pesquisa de mestrado, que grande parte dos escolarizados possuem verdadeira ojeriza por essa disciplina. Esse fato ainda hoje é constatado entre muitos estudantes de nossas escolas. Em diferentes momentos da minha trajetória profissional ouvi e ainda ouço dos alunos frases de despreço em relação à Matemática.

Na verdade, essas experiências me colocaram, cada vez mais, diante de uma bifurcação: ignorar o que estava acontecendo e permanecer como veiculadora de um saber pronto, inquestionável e desvinculado do contexto em que viviam os alunos e, baseado nele, arbitrar a aprovação ou reprovação, ou buscar romper com esse esquema e desenvolver uma prática docente que buscasse valorizar os conhecimentos já construídos pelos alunos, levando-os ao questionamento, à investigação de outras possibilidades e à construção de vários conhecimentos.

A negação das diferenças e a valorização e legitimação de um só saber eram certamente as opções mais fáceis e práticas. A maioria dos livros didáticos reforçava tal caminho, propondo extensas listas de exercícios, fórmulas prontas e modelos de atividades para serem seguidos. Um caminho bastante cômodo, praticamente sem imprevistos, que colocava o aluno numa posição passiva, de receptor frente a um conhecimento cristalizado.

O desafio árduo, com certeza, foi o do afastamento dessas concepções e experiências instaladas há anos e o desenvolvimento de uma prática voltada para a incorporação de uma postura que contemplasse as diferenças, promovesse o aluno por inteiro e o colocasse como participante ativo na construção do seu conhecimento. Essa foi e é uma tarefa desafiadora que tenho vivido ao longo desses anos.

Na busca de novos caminhos, venho participando de seminários, congressos, grupos de estudo e leituras no campo da Educação Matemática, tentando romper esse círculo vicioso, responder às questões que nascem na minha prática pedagógica e corresponder às expectativas dos meus alunos. Nessa busca, tenho privilegiado educadores matemáticos, os quais serão devidamente referidos no momento oportuno, que apontam para o distanciamento de uma Matemática única, impregnada de mecanismos de seletividade e exclusão e incentivam a aproximação de posturas e práticas que possibilitem a transformação do quadro no qual a Matemática está inserida, apontam para a necessidade de se buscarem abordagens

Atualmente trabalho no Colégio de Aplicação da UFJF, lecionando Matemática para as séries iniciais do ensino fundamental. O processo de transformação permanece e com ele a luta por fazer cada dia melhor e diferente.

As mudanças que venho experimentando em minha prática pedagógica e o melhor desempenho que os alunos vêm apresentando motivaram-me a aprofundar as leituras já realizadas e a avançar na busca de novos caminhos para trabalhar a matemática escolar. Instigada por aprofundar essas questões, ingressei no Mestrado do Programa de Pós-Graduação da UFJF com a intenção de investigar como os conhecimentos matemáticos estão sendo abordados pela escola, tendo em vista a diversidade de conhecimentos trazidos pelos alunos e a infinidade de estímulos e informações em seu meio.

Com o intuito de clarear essa questão, ou seja, compreender as relações entre os conhecimentos matemáticos prévios, enraizados no mundo-vida dos alunos, e a Matemática escolar, me propus a realizar uma pesquisa que tinha como tema à pergunta:

“Que conhecimento matemático é esse que se mostra nas relações pedagógicas, hoje, na escola?”

Isso me levou a procurar identificar, uma escola onde pudesse desenvolver minha pesquisa. A escolha recaiu sobre uma escola pública da Rede Municipal de Juiz de Fora e acredito que a elegi pelas semelhanças com o que vivi e que acabo de relatar.

A conversa com a diretora da escola que era colega do curso de Mestrado e sua permissão para contactar os professores e ali realizar minha pesquisa, levou-me a começar a participar de algumas aulas de Matemática, de momentos informais nos

recreios, entre outros. Passei, inclusive, a frequentar o bairro nos fins de semana e horários vespertinos durante a semana, interessada nas questões mais informais do conhecimento, tais como: aulas de capoeira, trabalhos artesanais nos grupos de pastoral, onde encontrava muitos dos alunos das turmas que observava.

Esses contatos e o que fui identificando à medida que desenvolvia a observação acabaram, por fim, me levando a perceber que, na verdade, o que movia a minha busca, era outra questão. Queria compreender porque, apesar de todas as propostas, hoje em pauta, no trabalho com a matemática na escola, propostas essas já não tão recentes, porque a prática pedagógica mostra-se, ainda, tão afastada do vivido pelas crianças em seu mundo.

Percebi, ainda, naquelas visitas, que a questão inicial que originou meu projeto, na verdade, eu a havia respondido com minha própria atuação profissional como professora. Ou seja, nos vinte e cinco anos de magistério pude desenvolver uma prática que hoje me leva a poder afirmar que o conhecimento matemático que se mostra hoje na escola, depende do que pensam as professoras que lidam com ele. Isso quer dizer que ao me deparar com trabalhos matemáticos desvinculados de contextos, pautados em mecanizações e enfatizando algoritmos e número me dei conta de que, efetivamente, o que queria saber era porque o trabalho com a Matemática ainda se mostra assim.

Tendo em vista essas observações, modifiquei a questão geradora que passou a ser formulada do seguinte modo:

O que se mostra no trabalho desenvolvido em Matemática por professoras do 2º ciclo do Ensino Fundamental?

Para realizar essa investigação, por sugestão da minha orientadora, fiz opção pela Pesquisa Qualitativa com abordagem fenomenológica, porque segundo ela, tal abordagem me permitiria a possibilidade de olhar para o fenômeno vivido e compreendê-lo situado na própria vivência onde se mostra. Essa opção, a princípio, me assustou, pois o conduzir a pesquisa tendo a Fenomenologia como suporte se opunha frontalmente a modos tradicionais de se pesquisar.

Entretanto, com o passar do tempo, fui conhecendo e compreendendo um pouco mais o referencial teórico que sustenta esse modo de conduzir pesquisa em Educação e abrindo-me à sua aceitação. Ao longo do desenvolvimento da investigação, por muitas vezes, me senti angustiada por não ter um caminho previamente traçado e especificado para seguir, porém, no desenvolvimento do

trabalho, fui compreendendo que a interrogação do fenômeno é que me indicaria a trajetória da pesquisa ou como o fenômeno seria abordado, como afirmam Bicudo e Espósito. Assim, nesse movimento, pude compreender melhor o que dizia Joel Martins (1990) sobre o pesquisar fenomenologicamente, é: “ter uma interrogação é andar em torno dela, em todos os sentidos, sempre buscando todas as suas dimensões e, andar outra vez e outra ainda, buscando mais sentido, mais dimensões e outra vez...”

Ao trabalhar com a Fenomenologia vivenciei o perseguir de uma interrogação que, em determinado momento, passou a fazer sentido para mim e cujo significado foi sendo tecido no contexto onde ela foi formulada (BICUDO, 1993, p.19). Com ela, experimentei o movimento de um constante recomeçar na busca de verdades, recusando todo um sistema pronto e acabado que indicassem conceitos, teorias explicativas e pressupostos teóricos que falam sobre o fenômeno.

Assim, na convivência com a escola e diante da diversidade de saberes e fazeres ignorados por ela e do baixo desempenho apresentados por muitos daqueles alunos nas avaliações que realizavam, decidi-me por entrevistar os professores e pedir que falassem sobre como percebiam aquilo que faziam no trabalho com a Matemática, buscando desvelar o que se mostrava no trabalho realizado. Gravei seus depoimentos à pergunta feita por mim: “O que você percebe no seu trabalho com a Matemática?”

Assim, tendo ouvido o que os professores do 2º ciclo percebiam naquilo que faziam em Matemática, passei a buscar em seus discursos, no relato de suas experiências vividas aquilo que buscava compreender, ou seja, aquilo que se mostrava no trabalho que desenvolviam.

Ao me colocar diante das professoras que estão vivendo suas experiências e ouvir suas descrições do percebido, seus relatos sobre o que fazia sentido para elas, buscava me afastar do reflexivo e procurava o “desnudar o pré-reflexivo”(Bicudo, 2000, p.80), que se mostrava nos seus depoimentos. Na perspectiva fenomenológica, ao adotar essa forma de pesquisar, busquei possibilitar que os sujeitos expusessem o que ainda não refletiram, aquilo que se manifestava em sua percepção.

Assim, os depoimentos das professoras tornaram-se meu campo de investigação, para obter conhecimento e compreensão sobre o ensino da Matemática no segundo ciclo do ensino fundamental. A análise desses depoimentos

envolveu a transcrição, inúmeras leituras atentas, com a intenção, a princípio de me familiarizar com a linguagem das professoras e, para em seguida lê-los e relê-los com a atenção dirigida pela interrogação.

Esse processo permitiu que o descrito começasse a fazer sentido para mim, favorecendo a emersão de falas que faziam sentido para mim diante da interrogação formulada.

A identificação das falas que mobilizaram minha atenção no foco da interrogação da pesquisa me conduziu a quatro momentos diferentes que foram organizados em um quadro com quatro colunas que trazem, de forma mais distinta, cada um desses momentos.

A primeira coluna consta de trechos dos depoimentos dos professores, exatamente como foram falados. A segunda coluna dispõe da ajuda do dicionário que busca clarear o significado das palavras e/ou expressões utilizadas pelos professores em seus discursos. Na terceira coluna, apresento as unidades significativas dos depoimentos dos sujeitos transcritas nas minhas palavras de pesquisadora. A quarta coluna traz as asserções articuladas nos depoimentos. Essas asserções constituem os fios que tramam o fenômeno, “indicando o mais fielmente possível as idéias articuladas no discurso do sujeito” (MACHADO in Bicudo e Espósito, 1994, p.40-41).

Após percorrer esses diferentes momentos e chegar às unidades de significado, procurei identificar as idéias que permeavam os depoimentos de cada sujeito, redigindo uma breve análise de cada depoimento, fechando esse primeiro momento de análise, a análise ideográfica, onde busquei o aspecto individual que se mostrava em cada um depoimento.

Esta análise me permitiu caminhar para um outro momento de análise, a análise nomotética, onde busco revelar as considerações gerais sobre o fenômeno interrogado. Esse movimento, que se direciona para a generalidade, foi construído por mim ao articular as relações das estruturas individuais entre si.

Para realizar essa análise, busquei identificar quais aspectos das estruturas individuais, percebidos na análise ideográfica, convergiam para um ponto comum, ou seja, apontavam a estrutura do fenômeno.

Com base nessa análise elaborei o quadro de convergências que busca proporcionar uma visão global das características essenciais percebidas. O visto e o percebido nessa investigação iluminam uma das perspectivas possíveis do

fenômeno interrogado e, com certeza, outros trabalhos olhados sob ângulos diversos indicarão compreensões diferentes e mostrarão outros aspectos do fenômeno. Nessa perspectiva, as categorias percebidas por mim foram: Formação do professor, Prática Pedagógica, Matemática escolar, Procedimentos de cálculos, Preconceito, Fracasso justificado.

Ao chegar a essas categorias, impregnada das leituras realizadas e a partir do vivido tanto por mim quanto pelos professores, passei a tecer considerações acerca de cada uma delas. Com essas considerações busco contribuir para outras reflexões no trabalho com a Matemática.

Formação do Professor

A maioria dos professores que na atualidade encontra-se em sala de aula, em seu processo de formação, no que se refere à Matemática, sofreu influências que hoje se mostram na sua atuação profissional. Como em qualquer outro processo formativo, eles concebem e realizam aquilo que aprenderam como certo e adequado. Ou seja, aprenderam e ensinam uma Matemática a-histórica, única, estática, exata, rigorosa, onde o professor é o detentor do saber legitimado, o escolar, e o aluno é o receptor passivo dos saberes transmitidos.

Na realidade, o que se mostra é que os professores permanecem ancorados em concepções nas quais se formaram, a maioria delas, ultrapassada e inadequada para se formar o aluno/cidadão capacitado para lidar no mundo.

Sendo assim, destaco a necessidade de se repensarem os cursos de formação inicial para que sejam formados professores capacitados para os desafios educacionais postos hoje e, também destaco a importância de serem oferecidos cursos de formação continuada de qualidade e alinhados com as teorias e propostas que buscam o desenvolvimento de um trabalho em Matemática, pautado em parâmetros e em concepções diferentes daqueles vistos até então, que proporcionem prazer e sejam caminhos para a compreensão daquilo que é trabalhado.

Prática Pedagógica

A prática pedagógica em Matemática ou as diferentes formas de ensinar Matemática se traduzem, na realidade, como manifestações de uma particular concepção de ensino, de aprendizagem, de Matemática e de Educação, enfim, de

mundo. A prática pedagógica é resultado de influências, mas também, é construtora de influências, ou seja, a atuação do professor, sua relação com o aluno, com o conhecimento com o qual trabalha, entre outras questões, configuram-se para as crianças como leituras que, em muitos casos, serão reproduzidas na construção de suas concepções e práticas futuras.

Tendo em vista a importância do ato de ensinar e sua extensão, acredito que seja de fundamental importância que se abram espaços para a discussão desse tema, evidenciando que a prática pedagógica deve estar ancorada em posições que valorizem os alunos, seus saberes e fazeres, que respeitem o diferente e o diverso, que contribuam para a construção de um trabalho que proporcione trabalhos enraizados na realidade do aluno e permitam novos rumos à Matemática trabalhada na escola.

Matemática Escolar

A Matemática escolar vêm se evidenciando para muitos alunos como uma das disciplinas mais difíceis da escola. Esse fato identifiquei nos depoimentos dos alunos no campo de pesquisa e em depoimentos de alunos de outras realidades. Em geral, é associada ao bicho-papão, a um bicho-de-sete-cabeças, a uma disciplina, chata e difícil de ser compreendida.

Esses fatos se devem, provavelmente, à forma como essa disciplina vem sendo apresentada e trabalhada, desvinculada da realidade do aluno, calcada em memorizações e na realização de listas de cálculos, expressões, problemas, etc., esvaziados de sentido e sem aplicabilidade no cotidiano do aluno.

As dificuldades, resistências e aversões dos alunos a essa disciplina, apesar de serem um tema bastante conhecido, merecem destaque e iniciativas que busquem mudar esse quadro, pois geram medos, insucessos e a formação de escolarizados comprometidos no exercício de sua cidadania.

Procedimentos de Cálculos

Essa categoria reúne depoimentos que enfatizam o trabalho intenso com números nas séries iniciais do Ensino Fundamental, onde Matemática, muitas vezes, é confundida com números e cálculos.

Esse trabalho intenso não se revela em qualidade de aprendizado, pois como destacam os resultados das avaliações em larga escala e os depoimentos dos

professores, os alunos enfrentam muitas dificuldades para compreenderem os procedimentos de cálculos trabalhados pela escola, muitos só estão conseguindo resolver operações aritméticas envolvendo as quatro operações no final do ensino fundamental, na 8ª série.

Nesse sentido, a ênfase e a forma pela qual o trabalho com números e operações vem sendo desenvolvido nas escolas precisam ser re-equacionados. Outros saberes, que se referem a procedimentos não convencionais de cálculos precisam ser valorizados, em suas diferentes formulações: escrito, exato, mental e aproximado.

Preconceito

Esse é um tema que envolve pré-julgamentos em relação à natureza e aprendizagem da Matemática e em relação aos alunos.

Muitas das visões que os professores trazem hoje acerca dessa disciplina estão baseadas em concepções, algumas delas que remontam à antiga Grécia e que condicionam a aprendizagem a fazer, a operar, a memorizar, a ser exato, em prejuízo do compreender o significado dos conceitos trabalhados e de suas aplicações e utilidades. Os pré-julgamentos, as opiniões ou sentimentos, quer favoráveis quer desfavoráveis, concebidos sem exame crítico pelos professores, acerca do conhecimento com o qual trabalham e acerca da sua aprendizagem interferem diretamente no seu ensino e acabam por colaborar com a perpetuação de gerações impregnadas de preconceitos.

Os preconceitos que trazemos a respeito de criança, família, educação, atitudes, valores, etc., em geral, interferem na forma como vemos nossos alunos, no nosso relacionamento com eles, na nossa expectativa em relação a eles. Essa questão muito pouco abordada nos meios escolares, no entanto, tão presente em nosso dia-a-dia, merece atenção, debates e novas direções para que outras histórias possam ser vividas e contadas nas escolas.

Fracasso Justificado

Muitas são as questões atribuídas ao fracasso escolar, em geral, são questões externas à escola: a condição de saúde, a miséria, as famílias desestruturadas, os problemas emocionais, a fome, entre outras, que colocam a escola no lugar de impossibilitada, de incapacitada de fazer além e melhor do que

faz. Entretanto, ao tratar dessa categoria, chamo a atenção, para o olhar para o cotidiano da escola, suas dificuldades, suas limitações, seus estigmas, suas falas que se escusam de sua responsabilidade de ensinar e da garantia do aprender, na intenção de que esse olhar para si favoreça a mudança de rotas e a superação do fracasso também produzido pela escola.

Falar dessas categorias, na realidade, é puxar fios que trazem consigo outros fios e outras tramas que fazem parte do contexto escolar. Uma categoria está ligada, relacionada a outra e juntas constituem a estrutura do fenômeno pesquisado. Assim, nessa dissertação de Mestrado, foram tratadas, à luz da interrogação posta por mim, alguns dos possíveis aspectos e características do conhecimento matemático escolar. Não houve pretensão em esgotar todos os possíveis olhares. Essa é uma tarefa que fica como convite para outras pesquisas e outros pesquisadores e pesquisadoras.

Referências Bibliográficas

- BICUDO, M.A.V., ESPÓSITO, V.H.C. (org). **Pesquisa qualitativa em educação: um enfoque fenomenológico**. Piracicaba:UNIMEP, 1994
- BICUDO, M. A.V. **Fenomenologia: confrontos e avanços**. São Paulo: Cortez, 2000
- BRANDÃO, Z. et al. **Evasão e repetência no Brasil: a escola em questão**. Rio de Janeiro: Achiamé, 1983
- FINI, M.I. Sobre a Pesquisa Qualitativa em Educação, que tem a Fenomenologia como suporte. in **Pesquisa qualitativa em educação: um enfoque fenomenológico**. Piracicaba:UNIMEP, 1994
- IMENES, L.M.P. **Um estudo sobre o fracasso do ensino e da aprendizagem da matemática**. Rio Claro, 1989. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, 1989
- PATTO, M.H.S.A. **A produção do fracasso escolar: histórias de submissão e rebeldia**. São Paulo: T. A Queiroz, 1993

0106RE O TRABALHO COM PROJETOS E COMPUTADORES NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Arlindo José de Souza Júnior¹

Jean Carlo da Silva²

RESUMO

No primeiro semestre do ano de 2000 iniciamos uma pesquisa que uniu o trabalho de projeto ao uso de computadores³ no ensino e na aprendizagem de matemática, mais exatamente sobre o estudo de funções. Para isso, elaboramos um *contrato didático* com os alunos, que eram ingressantes na universidade⁴ e estavam cursando a disciplina Fundamentos da Matemática Elementar $\bar{I}$, na qual o estudo sobre funções é parte majoritária.

Após a aplicação e análise de questionários⁶, demos início aos trabalhos de projeto que consistiam em análises gráficas de funções, feitas com o uso de softwares específicos, e elaboração de trabalhos sobre tipos de funções onde cada grupo de alunos pesquisariam e descreveriam as propriedades analisadas das funções e apresentariam no final do semestre as conclusões às quais chegaram, o que representaria um momento de socialização de saberes adquiridos por meio das pesquisas feita por cada grupo.

Durante as fases do projeto os alunos eram subsidiados pelo professor para que pudessem obter dados referentes às suas pesquisas por meio de várias fontes, inclusive a Internet⁷.

¹ Professor Doutor da Faculdade de Matemática e do Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Uberlândia. (arlindo@ufu.br)

² Graduado em Matemática pela Faculdade de Matemática e mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Uberlândia. (jeancarlo@alunos.ufu.br)

³ João Ponte - O computador e o trabalho de projecto, 1987.

⁴ Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

⁵ Disciplina obrigatória do Curso de Matemática da UFU, a qual poderíamos considerar como um pré-cálculo.

⁶ A aplicação do questionário visava obter mais informações sobre os alunos que participariam do projeto, principalmente quanto aos conhecimentos sobre informática que possuíam.

⁷ Rede Mundial de Computadores.

0107CC SABERES DOCENTES E O LIVRO DIDÁTICO DE MATEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Raquel Fernandes Gonçalves Machado¹

Arlindo Souza Jr²

RESUMO

O objetivo de nosso trabalho consiste em identificar as relações que se estabelecem entre os saberes docentes e os livros didáticos de matemática, utilizados com alunos(as) de quinta à oitava série do ensino fundamental.

Buscamos identificar quais os interlocutores utilizados por estes profissionais em sua relação com livro didático, bem como reconhecer o que mobiliza o desenvolvimento das atividades referendadas pelo livro didático.

Percebemos a importância de direcionarmos nosso olhar primeiramente para estes profissionais, objetivando compreender e reconhecer o saber que possuem. Nossa fundamentação está ancorada nas propostas de Tardif, Fiorentini, Gauthier dentre outros, reconhecendo nos professores, não um único saber, mas sim um saber que é complexo, plural, temporal, contextual, afetivo, cultural, experiencial.

Demos continuidade a nossa proposta selecionando quatro títulos, no universo de exemplares direcionados ao estudo de matemática no ensino fundamental. Para esta seleção foram escolhidos títulos que nos possibilitariam uma reflexão sobre o trabalho com funções neste nível de ensino.

Após esta seleção nossa análise focou atenção em perceber a existência, ou não, nos exemplares que compõem cada obra, da intencionalidade dos(as) autores(as) em desenvolver o conteúdo funções. Identificamos e destacamos entre as atividades propostas, aquelas que poderiam ter por objetivo facilitar a compreensão deste conceito.

Introdução

Em nossa investigação pretendemos identificar e analisar a forma e o(s) momento(s) em que o saber sobre funções está presente em livros didáticos do ensino fundamental. A escolha desses documentos se verifica pelo fato de serem fonte de saberes docentes utilizadas pelos(as) professores(as).

Nossa investigação nos remete aos seguintes questionamentos:

É intenção do(s) autor (es) desenvolver (em) noções que possibilitem compreender o estudo de função no ensino fundamental?

¹ Professora efetiva da Escola de Educação Básica – escola de aplicação – Universidade Federal de Uberlândia

² Professor da Faculdade de Matemática – Universidade Federal de Uberlândia

Existe a preocupação em partilhar com o professor esta perspectiva?

Atentos para a importância de contextualizar de forma mais ampla nossa ação nos reportamos aos estudos direcionados à profissão docente (sua história e situação na escola e sociedade). Com a finalidade de discorrer sobre as práticas que mobilizam as ações destes profissionais, recorreremos ao auxílio de pesquisadores como: Fiorentinni; Gauthier; Pimenta; Tardif, D'Ambrósio dentre outros, compreendendo o saber destes profissionais.

Convém esclarecer qual a noção de “saber” que referendada por nós neste estudo. Pautamos no conceito apresentado por Tardif, Raymond (2000) “...atribuímos à noção de saber um sentido amplo que engloba os conhecimentos, as competências, as habilidades (ou aptidões) e as atitudes dos docentes, ou seja aquilo que foi muitas vezes chamado de saber, de saber fazer e de saber-ser...”, implica num processo de aprendizagem, de formação, considerando que quanto mais complexo for o saber, mais longo e complexo será o processo de aprendizagem.

Considerando principalmente uma citação de Tardif(2002) quando lembramos que não estamos falando de uma categoria autônoma; desligada de realidades sociais - organizacionais nas quais estes profissionais estão inseridos: “O saber não é uma coisa que flutua no espaço: o saber dos professores é o saber DELES e está relacionado com a pessoa a identidade deles, experiência de vida e história profissional” .

Acreditamos ser importante, à luz dos estudos deste pesquisador sobre saber docente, considerando-o um saber plural, formado por um amálgama, mais ou menos coerente, de saberes oriundos da formação profissional (das ciências da educação e da ideologia pedagógica), de saberes disciplinares, curriculares e experienciais....”. Nos propomos a desenvolver algumas ponderações sobre os saberes que, compõem o saber docente, procurando evidenciar pontos mais relevantes em cada um deles.

Saberes disciplinares – são saberes definidos e selecionados pela instituição universitária, emergem da tradição cultural e dos grupos sociais produtores de saberes. Correspondem a diferentes campos do conhecimento e que integram a prática docente pelas disciplinas, desenvolvidas na formação inicial ou continuada destes profissionais.

“...São transmitidos nos cursos de departamentos universitários independentemente das faculdades de educação e dos cursos de formação de professores...” (Tardif: 38,2002)

Nos deparamos com um dos obstáculos à valorização do saber docente , uma vez que do saber disciplinar, produzido por pesquisadores ou especialistas, é extraído o conteúdo a ser desenvolvido com os alunos, exigindo que o professor tenha

conhecimento e domínio do mesmo, faça articulações com propósito de adaptá-lo à realidade em que atua; no entanto, este conhecimento caracteriza-se por ocupar uma posição socialmente desvalorizada, considerado inferior ao dos grupos de pesquisadores.

Pesquisas têm mostrado como interfere no processo de ensino e na aprendizagem dos alunos a forma como professor relaciona-se com estes conhecimentos (Grossman, 1990), no entanto, isoladamente, este saber não pode constituir-se representante oficial do saber docente. Percebemos uma mobilização dos pesquisadores com objetivo de estudar o que sabem os professores sobre os conteúdos que ensinam, onde e quando adquiriram esses conteúdos, como e porquê se transformam esses conteúdos durante a formação de professores e como devem ser utilizados no ensino concreto na sala de aula (Wilson & Shulman, In Garcia: 56,1992)

Saberes curriculares – são saberes que apresentados sob a forma de programas escolares e que devem ser aplicados; correspondem aos discursos, objetivos, conteúdos e métodos utilizados pelas instituições escolares categorizando os saberes sociais por elas definidos e selecionados como modelos pela cultura erudita, sem que o professor tenha participado desta seleção ou definição.

“...No Brasil, eles também são transformados pelas diversas editoras em manuais e cadernos de exercícios que, uma vez aprovados pelo Estado, são utilizados pelos professores. O professor deve, evidentemente, “conhecer o programa”, que constitui um outro saber reservatório de conhecimentos....” (Gauthier: 31, 1998)

Temos aqui uma possível razão justificando a constatação de que estes saberes, são incorporados à prática docente sem serem legitimados por ela.

Saberes experienciais ou práticos - são saberes específicos desenvolvidos pelos professores, fundamentados em seu trabalho cotidiano e no conhecimento do meio, são validados pela experiência de onde surgem. “Incorporam-se à experiência individual e coletiva sob forma de habitus e habilidades de saber-fazer e saber-ser...” (Tardif: 39,2002).

Torna-se pertinente observar que apesar de vivenciar muitas e diversificadas experiências estas ainda permanecem em segredo, isoladas pelas paredes da sala de aula, ainda de cunho pessoal. Deixando uma lacuna no processo de formação de novos profissionais bem como na profissionalização do ensino, neste contexto parece-nos importante ressaltar a preocupação de Nóvoa (25, 1992):

“A formação não se constrói por acumulação (de cursos, de conhecimentos ou de técnicas) mas sim através de um trabalho de reflexividade crítica sobre as práticas e de (re)construção permanente de uma identidade pessoal. Por isso é tão importante investir a pessoa e dar um estatuto ao saber da experiência...”

Nesta linha de pensamento podemos ainda nos referendar à citação de Ghedin(135,2002) considerando os saberes da experiência como um dos componentes do “centro nerval” do saber docente quando reflete sobre a ação do professor diante do saber curricular. “... os saberes da experiência não são saberes como os demais, eles são formadores de todos os demais... a experiência docente é espaço gerador e produtor de conhecimento, mas isso não é possível sem uma sistematização que passa por uma postura crítica do educador sobre as próprias experiências...”

É nesta relação entre a prática e a teoria que se constrói o saber docente, resultado de um longo processo histórico de organização e elaboração, pela sociedade, de uma série de saberes e o educador é responsável pela transmissão deste saber produzido. Ghedin (134,2002)

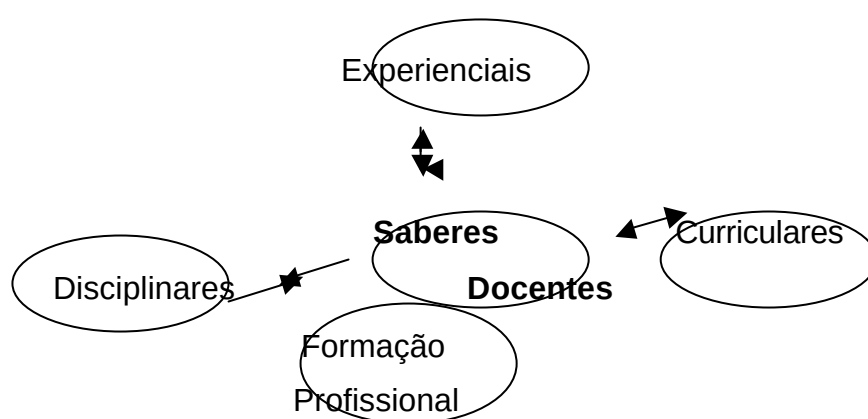
Saberes formação profissional - são saberes constituídos pelo conjunto de saberes transmitidos aos professores pelas instituições em sua formação de professores.

Segundo Tardif (36, 2002) as ciências da educação e as ciências humanas determinam o professor e a educação como objeto de saber, no plano institucional esta articulação entre ciências e prática docente efetiva-se na formação inicial.

Como não é objeto exclusivo das ciências da educação a prática docente é uma atividade que mobiliza diversos saberes pedagógicos, representados pelo saber experiencial dos professores após torna-se público e testado por pesquisas realizadas em sala de aula, na visão de Gauthier (34, 1998) “...O que limita o saber experiencial é exatamente o fato de que ele é feito de pressupostos e de argumentos que não são verificados por meio de métodos científicos... Não tem nenhuma utilidade para a formação de professores e não leva a uma maior reconhecimento do status profissional dos docentes...esse saber se perde quando o professor deixa de exercer seu ofício... atualmente o tipo de saber menos desenvolvido no reservatório dos saberes do professor , e também, o mais necessário à profissionalização do ensino... são saberes que poderiam contribuir para o aperfeiçoamento da prática docente, legitimados pela pesquisa ...” por isso defende a importância dos professores se apropriarem da pesquisa e aprenderem a reformular seus próprios discursos, perspectivas, interesses e necessidades individuais ou coletivas.

O saber profissional está, de certo modo, na confluência entre várias fontes de saberes provenientes da história de vida individual, da sociedade, da instituição escolar, dos outros atores educativos, dos lugares da formação, etc

Representaremos a relação entre o saber docente e os saberes que o compõem esquematicamente, conforme sugerido abaixo:



Todo saber implica um processo de aprendizagem e de formação, o trabalho do professor se caracteriza por compor-se de diferentes saberes que se articulam e integram suas ações, poderíamos “conceber o saber docente como um saber

reflexivo, plural e complexo porque histórico, provisório, contextual, afetivo, cultural, formando uma teia, mais ou menos coerente e imbricada de saberes científicos – oriundos da ciências da educação, dos saberes da disciplinas, dos currículos – e de saberes da experiência e da tradição pedagógico”. (Fiorentinni: 19, 1999)

Decorrente desta idéia, selecionamos alguns livros didáticos que possibilitassem uma reflexão sobre o trabalho com funções no ensino fundamental, alguns deles adotados por escolas da rede de ensino público ou particular situadas na cidade de Uberlândia, MG.

É pertinente esclarecermos na análise dos livros didáticos selecionados procuramos identificar, no desenvolvimento dos conteúdos proposto para as respectivas séries, a existência ou não de indícios que fizessem alusão ao nosso tema de estudo.

Observamos ainda se, na organização dos exercícios sugeridos ocorriam situações que evidenciassem o propósito do(s) autor(es) em desenvolver noções possibilitando a familiarização dos alunos com conceitos importantes e necessários à construção da definição de função posteriormente.

Selecionamos quatro títulos e durante a observação dos mesmos estivemos atentamos em responder as questões que nos mobilizaram à pesquisa.

Explicitaremos a seguir, os títulos selecionados, apresentando algumas considerações e observações resultantes da análise desenvolvida para cada uma das obras e indicações de exercícios sugeridos pelos autores no desenvolvimento do conteúdo que consideramos interessantes.

Iniciaremos com a coleção Matemática na vida e na escola – Ana Lúcia Bordeaux , Cléa Rubinstein, Elizabeth França, Elizabeth Ogliari, Gilda Portela - Editora do Brasil .

Nesta obra em cada volume encontramos um Manual do Professor, no qual as autoras se propõem a apresentar a proposta metodológica e a obra propriamente dita ao(s) professor(es).

As autoras optaram por apresentarem os conteúdos “...a partir de situações-problema que possam ter significado para a maioria dos alunos... visando à construção gradativa do conhecimento...” .

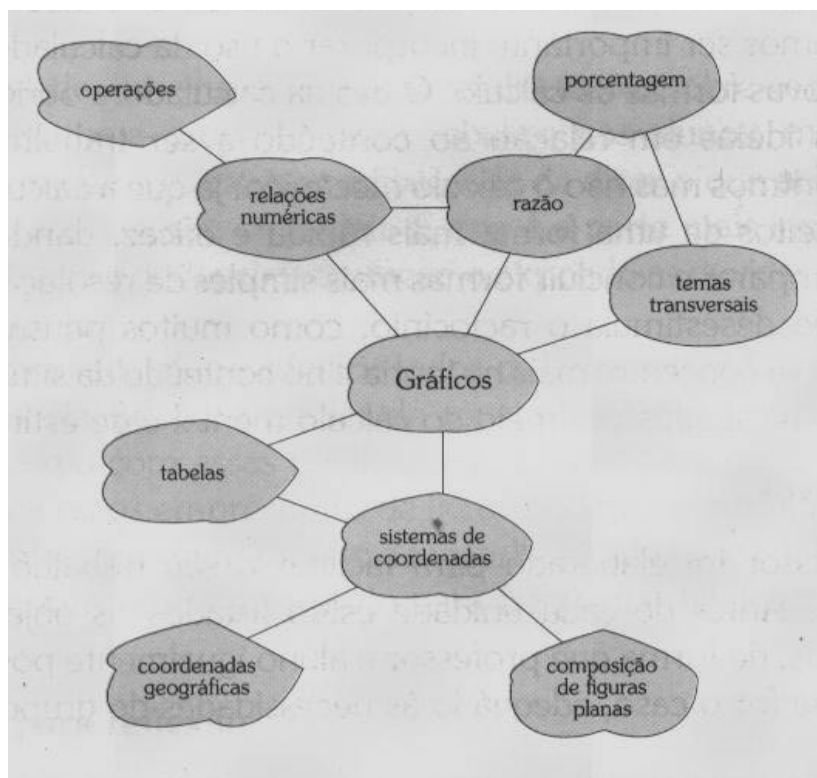
Os exercícios propostos possibilitam várias respostas bem como diferentes caminhos para resolvê-los e ainda, exercícios em que não é possível encontrar uma resolução, segundo as autoras a seleção dos mesmos se propõe além de “...

oferecer oportunidade de interpretar e empregar o vocabulário matemático específico... “ é objetivo também “...incentivar os alunos a buscarem suas próprias soluções...se tornem indivíduos confiantes em sua capacidade de resolver problemas e de tomarem decisões...” (página 06)

Atendo-nos a nosso objetivo principal, percebemos que a obra apresenta no sumário do Manual do Professor um sub-título que nos importa: Álgebra: seu significado e suas funções foi-nos possível perceber contempladas algumas de nossas expectativas.

A partir da afirmação de que “...a Álgebra procura expressar o que é genérico, aquilo que se pode afirmar para vários valores numéricos independentemente de quais sejam eles exatamente...” As autoras apontam para o fato de que desenvolver um trabalho com incógnitas esconde a principal função da Álgebra, defendendo a posição de “...apresentá-la, (a Álgebra) inicialmente, através da relação entre grandezas, ou seja, a partir da idéia de função, em que o conceito de variável é absolutamente natural, desde que não nos preocupemos com formalismos excessivos e sim com as idéias fundamentais...” ...”a idéia de função consta desde a sexta série, quando trabalhamos razões, proporções e porcentagem...” (página 20) .”

Trata-se, a nosso ver, de uma proposta diferenciada que se confirma quando encontramos, o esquema abaixo ilustrando o tratamento dado pelas autoras ao tema estudado, na Unidade 1 do livro de quinta série: GRÁFICOS.



Os exercícios propostos neste capítulo exploram situações gráficas no primeiro quadrante, explicitando encontramos no volume para as turmas de quinta série, na página 14, o exercício apresentado abaixo:

Após identificar no gráfico a posição de cada pessoa, atentando para duas variáveis altura e idade solicita aos alunos que discutam com seus colegas a afirmação: Sempre que a idade de uma pessoa aumenta, sua altura também aumenta.

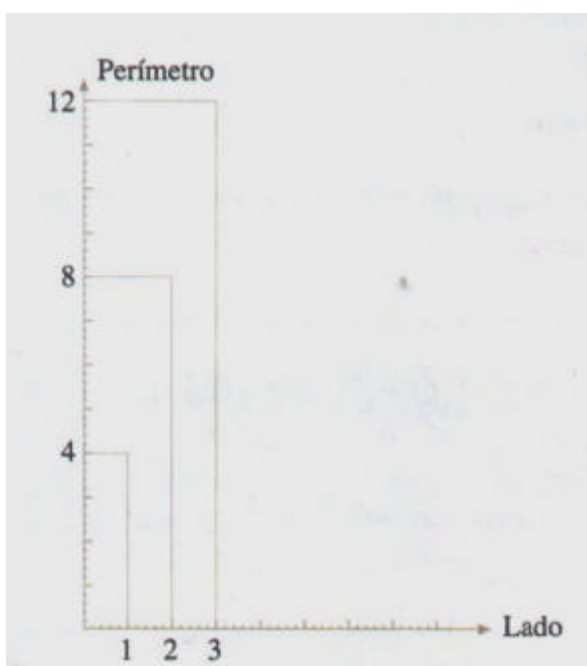
No volume desenvolvido com conteúdos de sexta série, a efetivação da proposta de retomar conceitos, adequando-os à maturidade dos alunos, apresentando exercícios que envolvem estimativas de situações cotidianas que usam dados numéricos (exercício 14, página 34) , estimativa de medida de ângulos (exercício 05, página 29), estimativa de medidas de áreas (exercício 02, p 118) e também de raiz quadrada (exercício 03, página 188); leitura, interpretação e construção de gráficos, analisando criticamente as informações cotidianas (exercício 05, página 49; exercício 02, página 79); a variação de uma grandeza em função de outra quando verificando que o volume varia de acordo com a unidade de medida (exercício 06, p 134); traduzindo informações cotidianas em tabela para a linguagem

matemática (exercícios 07,08 ; página 172), estender representação gráfica de pares ordenados aos quatro quadrantes (exercícios 04, 05 ; página 176).

As autoras sistematizam a proposta de desenvolver temas que favorecerão a compreensão do conteúdo de função posteriormente quando, a partir deste volume consta uma unidade específica desenvolvendo conceitos de proporção e outra sobre a álgebra, **desenvolvendo a idéia de dependência e regularidade em situações-problema, utilizando a linguagem algébrica para fazer generalizações** Exemplificando esta proposta no volume destinado aos alunos de sexta série, apresentaremos o exercício proposto, página 195:

O gráfico abaixo relaciona a medida do lado de um quadrado com seu perímetro numa mesma unidade de comprimento.

Observando o gráfico, escreva no seu caderno uma expressão matemática que relacione p (perímetro) com l (lado):



Identificamos no volume elaborado para trabalhar com alunos de sétima série exercícios propondo análise crítica de tabelas e gráficos(exercício 8, página 34), comparação de números , verificando a proporcionalidade e razão entre dois números (exercício 3, página 31) relação entre variáveis são alguns exemplos encontrados nas unidades deste volume, intercalando com a unidade seis dedicada à álgebra expressando generalizações em tabelas (exercício 2, página 119), as diferentes atribuições das letras numa expressão (exercício 15, página 136),

utilizando a linguagem matemática para traduzir expressões (exercício 06, página 137), unidade oito se refere às noções de proporcionalidade solicitando análise crítica de gráficos (exercício 02, página 194; exercício 05, página 296).

O volume elaborado para desenvolver atividades com alunos de oitava série inicia-se com estudo de probabilidades e estatística, apresentando exercícios que utilizam conceitos anteriormente elaborados, construindo tabelas, analisando gráficos e a relação entre duas variáveis, a unidade sobre álgebra também compõe o volume

Prosseguindo a análise dos livros didáticos, citaremos o livro: Promat – Projeto Oficina de Matemática – Maria Cecília Castro Grasseschi, Maria Capucho Andretta, Aparecida Borges dos Santos Silva – FTD

Cada volume inicia-se com um texto das autoras dedicado aos alunos, afirmando que: “...Quase todo mundo sabe mais Matemática do que pensa que sabe...as pessoas são ótimas matemáticas...” Mostrando a matemática presente no cotidiano do aluno “.. você faz comparações de grandezas, calcula probabilidades, faz estimativas... avalia velocidade, a distância dos carros e o espaço que tem de percorrer...”

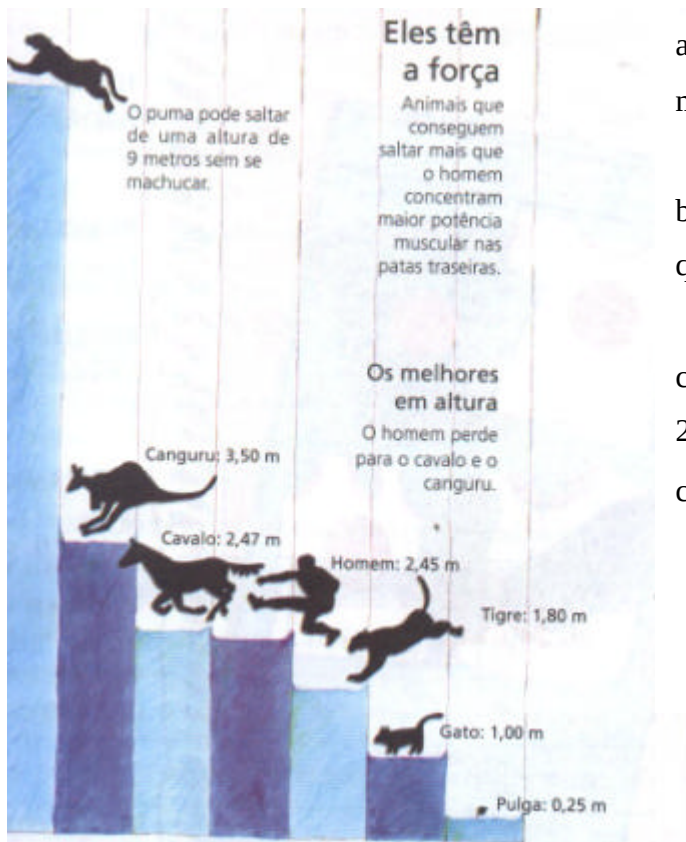
As autoras afirmam que a coleção se propõe a “...ajudá-lo a perceber aquilo que você já conhece de Matemática e, a partir daí, construir novos conceitos, de maneira agradável e participativa..”, e fundamentam a escolha das atividades em “...situações que, em sua maioria, envolvem situações do dia – a – dia e jogos...”

Como se pode observar, no volume destinado aos conteúdos de quinta série, encontramos vários exemplos de exercícios apresentando: tabelas para serem analisadas (exercício 01, página 62), gráficos para serem interpretados(exercício 14 página 66), analisando holerites, constas de água (exercício 4, página 164).

Seguindo a mesma linha do volume anterior podemos observar no volume destinado à sexta série, a preocupação das autoras em apresentar e propor análise de gráficos (exercício 10, página 64), tabelas (exercício 11, página 107), comparando quantidades (exercício 03, página 90), comparando grandezas (exercício 4, página 212).

Para exemplificar citamos o exercício proposto para alunos de sexta série, página 109

Conheça os melhores em salto em altura e depois responda:



- O maior salto do canguru é quantas vezes maior do que o maior salto do gato?
- Quanto o homem consegue pular a mais que a pulga?
- Em um zoológico, o abrigo do tigre tem 2,18 m de profundidade. Esse tipo conseguiria pular para fora desse abrigo?

Confirmando a proposta das autoras, desenvolvida nos volumes anteriores, podemos destacar gráfico, tabelas (exercício 03, página 117), a transformação de linguagem comum em leis de formação, transcritas para a linguagem matemática (exercício 02, página 116), a relação de dependência entre medidas (exercício C, página 89).

Os volumes se compõem de diversas seções denominadas “Amarrando as idéias” nas quais as autoras procuram sistematizar os conteúdos, não há referência ao tema funções, objeto de nosso estudo.

A análise que apresentaremos agora, corresponde ao estudo feito sobre a obra: Tudo é matemática – Luiz Roberto Dante – Editora Ática.

Inicialmente o autor dirige-se ao aluno informando-o de sua proposta desejando que os alunos possam "...compreender as idéias matemáticas e aplicá-las em seu dia-a-dia..." acreditando que a proposta desenvolvida na obra proporcionará respaldo para isso "... fará isso de maneira prazerosa, agradável, participativa e sem aborrecimentos..." e confirmando com os mesmos a importância de seu envolvimento nas atividades "...você será convidado(a) a pensar, a resolver problemas e desafios, a trocar idéias com os colegas,... trabalhar em equipe...a pesquisar...a redigir e a divertir-se"

O autor preocupa-se também, em informar ao professor sua intencionalidade na constituição da obra apresentando um Manual Pedagógico do Professor, convidando o mesmo a uma reflexão sobre os pressupostos teóricos que embasam uma nova maneira de ensinar Matemática; como utilizar esta coleção para obter o maior rendimento possível dentre outros, procura estimulá-lo a estar sempre aperfeiçoando e aprofundando sua formação buscando melhoria na qualidade do ensino e aprendizagem do conteúdo, tendo como consequência maior motivação e segurança em suas ações cotidianas que, possivelmente, tornarão a aprendizagem dos alunos significativa e agradável. Retomando o papel do professor como investigador, criativo e em constante busca por novos conhecimentos.

A coleção contempla quatro grandes eixos temáticos – números e operações (incluindo Álgebra), espaço e forma (Geometria), grandezas e medidas e tratamento da informação (Estatística e Probabilidade) integrados entre si e com as demais áreas do conhecimento. Segundo o autor a coleção procurou incorporar muitos dos recentes avanços dos estudos e pesquisas em Educação Matemática, explicitados nos PCNs de matemática de quinta a oitava séries, priorizando o ensino em espiral, retomando determinado conceito em diferentes momentos aprofundando e sistematizando-os.

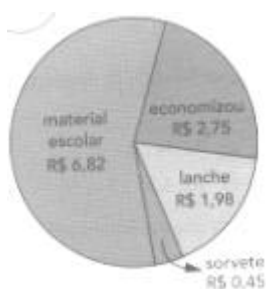
O autor alerta para que o professor não restrinja seu trabalho a números e cálculos, relembra a necessidade da geometria, a importância da estatística no tratamento de dados e probabilidade, no tratamento de previsões. Fazendo considerações sobre a ajuda que a álgebra oferece exemplificando com o tema **"função...integrador por excelência, é um dos mais importantes da Matemática.**

Por meio das funções e seus gráficos podemos entender melhor vários fenômenos das ciências naturais e fatos da atualidade.”

Podemos destacar nos volumes analisados um capítulo dedicado ao estudo das possibilidades e probabilidades, um destinado ao estudo das noções de estatística, exercícios apresentando desde a quinta série: mapas, gráficos para serem interpretados (exercício 53, página 81), tabelas para serem construídas (introduzindo variáveis) (exercício 57, página 82), noções razões e porcentagens (exercício 97, página 158), dependência de grandezas (exercício 11, página 235)

A posição do autor se confirma por exemplo com o exercício proposto para os alunos de quinta série, página 220:

Observe o gráfico de setores e veja o que Aline fez com o dinheiro que ganhou de sua mãe:



- Quanto Aline gastou com material escolar e lanche?
- Quanto ela ganhou no total?
- Quanto a mais ela gastou com material escolar em relação ao que gastou com lanche e sorvete?
- Invente uma pergunta e responda-a, observando os dados do gráfico.

No volume que trata dos conteúdos desenvolvidos com alunos de sexta série temos exercícios que envolvem a localização no plano (primeiro quadrante) (exercício 29, página 52), relacionando frações e probabilidade (exercício 11, página 80), interpretação gráfica (exercício 16, página 81), unidade destinada a grandezas e medidas, mostrando interpretações, relação de dependência entre os valores (exercício 50, página 126), construção de gráficos (exercício 38, página 191), tratamento de informações interpretando e representando através da linguagem matemática (exercício 58, página 220), as noções de proporcionalidade construídas a partir da interpretação de tabelas (exercício 3, página 232), análise de gráficos (exercício 54, página 249)

Exercício proposto para desenvolver conceitos de medidas e grandezas, apresentado na página 305

Três produtos tiveram suas embalagens e seus preços reformulados. Em suas propagandas foram anunciadas baixas de preços nas três embalagens, mas na realidade o preço de um aumentou, o de outro permaneceu o mesmo e apenas o de

um deles baixou. Analise as embalagens e os preços antes e depois das mudanças e identifique cada um dos três casos.

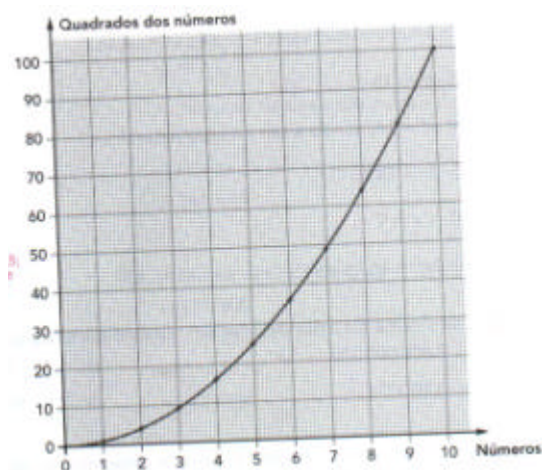


Aos alunos de sétima série é proposto o desenvolvimento de atividades envolvendo estimativa (exercício 16, página 13), análise de gráficos (exercício 58, página 107) e construção de tabelas (exercício 32, página 17), representação no eixo cartesiano (exercício 35, página 18), transformando linguagem comum ou representações gráficas em fórmulas matemáticas (exercício 31, página 120; exercício 38, página 123), um capítulo destinado à proporcionalidade em geometria, representação de pares ordenados no eixo cartesiano, estatística.

Exercício proposto desenvolvendo cálculo aproximado na radiciação, p 107

O gráfico ao lado mostra os quadrados de alguns números de 0 a 10. Analise-o e determine através dele, o mais precisamente possível:

- os valores de 5^2 ; $(8,5)^2$; $(7,2)^2$ e $(8,9)^2$
- os números cujos quadrados são 36; 30; 19 e 84
- $\sqrt{5}$; $\sqrt{81}$; $\sqrt{69}$ e $\sqrt{54}$.



O volume destinado à serie seguinte (oitava série), apresenta trabalho aprofundado sobre razões, representações usando fórmulas, informações no capítulo que trata de probabilidades e estatística: tratando informações e finalmente o tema funções.

Finalmente, a quarta obra que analisamos e que apresentamos um breve resumo sobre as considerações e os exercícios é: Matemática para todos – Luiz Márcio Imenes e Marcelo Lellis – Editora Scipione. Percebemos a intenção dos autores de aproximarem-se dos alunos e responsáveis quando encontramos no início de cada exemplar da referida obra, uma carta direcionada aos alunos, convidando-os à participação efetiva no processo de aprender conscientemente “...queira, cada vez mais, pensar de maneira independente e tornar-se apto ou apta a tomar decisões...”; uma carta aos pais dos alunos convidando-os a participar da vida escolar de seus filhos “... pesquisas e experiências atestam o bom desempenho dos alunos quando os pais acompanham seu aprendizado e o trabalho da escola...é razoável aos pais procurarem soluções com seus filhos; porém não devem antecipar-lhes respostas...” .

Cada volume que compõe a obra apresenta um encarte intitulado: Assessoria Pedagógica, apresentando dentre outros itens a obra aos professores, familiarizando-os da proposta, considerada pelos autores, inovadora na medida em que desenvolve uma perspectiva próxima das indicações da educação matemática e aproxima-se da linguagem dos PCNs, priorizando conteúdos socialmente relevantes.

Reorganizando a álgebra em todas as séries, proporcionando aos alunos estudá-la em suas diferentes concepções, utilizando a linguagem matemática para expressar fatos genéricos “a álgebra é utilizada, também, para descrever a variação de duas grandezas inter-relacionadas, e isso é feito tanto ao descrever padrões, na busca de fórmula, como no estudo de gráficos cartesianos e de segmentos...” A proposta no desenvolvimento de tópicos da estatística fazendo uma abordagem dos temas permitindo aos alunos interpretar os dados obtidos, para melhor compreendê-los e orientá-los a tomar decisões para resolver a situação investigada.

Ainda conforme explicação dos autores a proposta de trabalho com os conteúdos de “...quinta série não é mais uma repetição da quarta série, mas ganha a função de organizar as propriedades das operações ente números naturais a fim de prepara o terreno para o pensar algébrico mostra a geometria como forte instrumento de desenvolvimento da percepção espacial.”

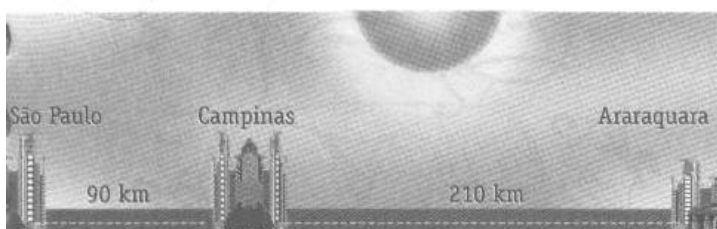
Tendo nas experiências dos alunos referência para as atividades, os autores propõem o estudo de probabilidades, no primeiro volume (quinta série) de modo

informal, no entanto, nos demais volumes este estudo aparece conectado à geometria e ao estudo de funções.

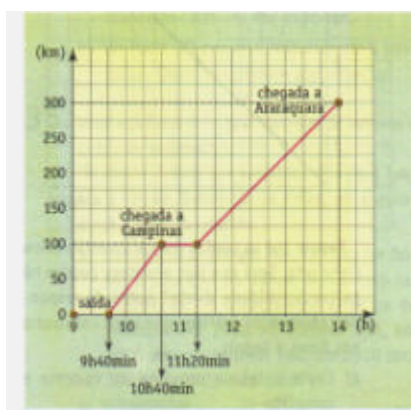
No segundo volume encontramos gráficos(exercício 06, página 100), tabelas (exercício 31, página 89), um capítulo tratando do uso de letra em matemática (exercício 01, página 192), representação de coordenadas no eixo cartesiano, apresentando idéias formadoras do conceito de função, apresenta um capítulo discutindo o tratamento da informação gráfico, razões, tabelas e informações estatísticas.

Encontramos o exercício proposto abaixo, na página 163 explorando a construção gráfica

Minha família fez esta viagem de automóvel:



A viagem foi representada num gráfico de segmentos. A saída estava prevista para as 9 horas, mas, como vemos no gráfico saímos com 40 minutos de atraso.



Responda de acordo com o gráfico:

- Depois que o automóvel partiu, quanto tempo ele levou para chegar a Campinas?
- Qual foi a velocidade média nesse trecho?
- Quanto tempo o automóvel ficou parado em Campinas?
- Após sair de Campinas, quantos minutos decorreram até a chegada a Araraquara?
- Esta pergunta é um desafio. No trecho Campinas-Araraquara, qual foi a velocidade média?

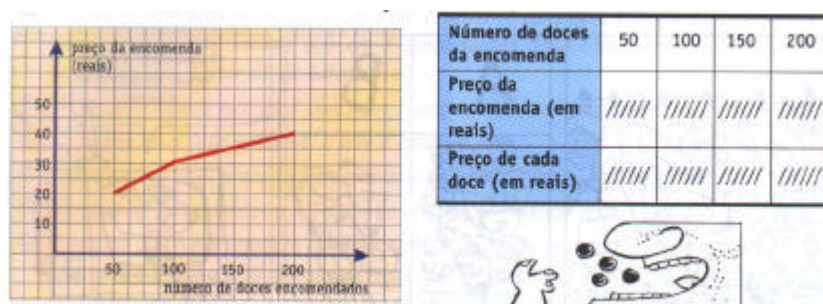
Encontramos no terceiro volume da obra um capítulo dedicado às aplicações da matemática, analisando comprovantes do consumo mensal de água contribuindo para a construção da noção de domínio de uma função; gráficos(ex 41 p 126), estabelecendo relações entre variáveis (exercício 24, página 159); no capítulo

retomando a álgebra encontramos o tratamento com fórmulas (exercício 17, página 76), um capítulo aprofundando temas de estatística e probabilidades e um específico para cálculo algébrico (exercício 06, página 184),

Exercício proposto para ilustrar o estudo com tratamento de dados proposto pelos autores na página 159

Na confeitaria Doces do Céu, quanto maior a encomenda, mais barato sai o doce.

Veja:



Considerando a análise feita com os livros didáticos selecionados, foi-nos possível constatar a diversidade de posturas entre autores.

Chamou-nos a atenção observar em determinada obra, apesar de não especificar claramente a intencionalidade em desenvolver a proposta de construção gradativa do conceito de função, nosso objeto de estudo. No entanto ela é viável devido aos exercícios propostos pelos autores, desenvolver as atividades segundo este enfoque, caso seja esta a proposta do professor. É possível perceber a atenção dada pelas autoras ao que identificamos como retomada de conceitos aprendidos anteriormente (Retomada ao passado),

Para outros autores fica evidente o trabalho segundo essa perspectiva, a importância e necessidade dada por eles, em desenvolver um traçando não linear no desenvolvimento dos conteúdos, conceitos são retomados e aprimorados segundo uma lógica de complexidade crescente. Ao mesmo tempo os conteúdos são entrelaçados.

Verificamos ainda na proposta desenvolvida por determinados autores organização dos conteúdos em espiral, subvertendo a rígida exigência de pré-requisitos do ensino tradicional, não significando a fragmentação dos conteúdos em cada série, nem sua repetição mas uma apresentação diferenciada, estabelecendo conexões possíveis ao estudo e maturidade dos alunos.

Neste processo constatamos o importante espaço que dever ser ocupado pelo docente, nossa inquietação remeteu-nos a questões relacionadas diretamente com estes profissionais:

Ao professor, é possível perceber a intenção do(s) autor(es)?

É possível desenvolver o trabalho, de forma crítica “seguindo” a proposta do(s) mesmo(s)?

Com se efetiva a relação professor – livro didático ?

Quais os fatores que interferem nesta relação?

Nossa atenção direciona-se para este profissional, como já foi dito anteriormente, referência no trabalho com o aluno. Acreditamos que nesta relação esteja o reflexo da formação deste profissional não apenas formação inicial acadêmica mas a formação adquirida pela experiência, inter-relação com outros profissionais e a instituição e principalmente com os próprios alunos.

Considerando essas observações, seria momento para uma reflexão sobre estes profissionais e seus saberes, investigar como seus saberes são constituídos, como ocorre a relação entre os mesmos e ainda tentar compreender como os professores se percebem nesta relação.

Referências:

- D'AMBRÓSIO, Ubiratan (1996) Educação Matemática: Da teoria à prática. Campinas, SP: Papirus.
- FIORENTINI, D.; Souza Jr, A. & Melo, G.A. (1998) “Saberes docentes: um desafio para acadêmicos e práticos”. In: GeraldI, C.M.G.; Fiorentini, D.; Pereira, E.M. (Orgs) (1998) Cartografias do Trabalho Docente: professor(a)-pesquisador(a). Campinas: ALB e Mercado de Letras.
- FIORENTINI, D .; NACARATO, A. M . & PINTO, R.A. (1999) Saberes da experiência docente em matemática e educação continuada. Artigo aceito para publicação em *Quadrante: Revista Teórica e de Investigação*, Lisboa: APM, (p.01-21)
- GARCIA, C. M. (1992) A formação de professores: novas perspectivas baseadas na investigação sobre o pensamento do professor In Os professores e a sua formação Nova enciclopédia, Lisboa, Portugal.

- GAUTHIER, C. (1998) Ensinar: Ofício estável, identidade profissional vacilante. In: Gauthier, C. et al. Por uma teoria da pedagogia, pesquisas contemporâneas sobre o saber docente, Coleção Fronteiras da Educação, Ijuí, R.S, Ed. Unijuí.
- GHEDIN, Evandro (2002) Professor reflexivo: da alienação da técnica à autonomia da crítica. In: Pimenta, S. G. e Ghedin, E. (orgs.) Professor reflexivo no Brasil gênese e crítica de um conceito 2ª. ed., São Paulo: Cortez Editora, p. 129-150.
- NÓVOA, António (1992) Formação de professores e profissão docente In Os professores e a sua formação Nova enciclopédia, Lisboa, Portugal.

0108RE A CONSTRUÇÃO DE UM MEMORIAL: REVENDO A EXPERIÊNCIA COM A MATEMÁTICA ESCOLAR.

Wagner Ahmad Auarek¹

Adriana Assis Ferreira²

Mara Hélia França,³

Marcelo Giovanini⁴

Fabiane Pinheiro Poly⁵

RESUMO

Esse relato é fruto da pesquisa de Iniciação Científica, que busca perceber as concepções dos alunos de licenciatura em matemática acerca do ser Educador Matemático, no âmbito do UNI-bh.

Segundo as pesquisas em formação de professores e pesquisas em Educação Matemática, as concepções sobre Educação e Matemática, que os alunos da graduação adquirem ao longo da sua experiência escolar, têm grande influência no perfil de professores que eles serão.

Nesse relato, pretendemos apresentar o processo de construção e desenvolvimento de um memorial, pelos próprios alunos, acerca das vivências desses com a Matemática Escolar, além do desenvolvimento e aplicação de um questionário sobre as idéias que os alunos possuem sobre Matemática, Educação e Educação Matemática. O objetivo deste relato é apresentar alguns dados levantados e refletir sobre as possibilidades de percepção das concepções dos alunos que esse instrumento permite.

¹ Professor do UNI-bh

² Professora do UNI-bh

³ Aluna do curso de matemática do UNI-bh

⁴ Aluno do curso de matemática do UNI-bh

⁵ Aluna do curso de matemática do UNI-bh

0109RE METODOLOGIA E PRÁTICAS EDUCATIVAS DE MATEMÁTICA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Heitor Antônio Gonçalves¹

RESUMO

O relato tem por objetivo descrever as ações de um Projeto de Extensão Universitária desenvolvido com professores dos anos iniciais do ensino fundamental numa escola pública na cidade de São João del-Rei a partir de julho de 2002. Pretende-se apresentar as discussões desenvolvidas na área de Matemática assim como descrever as reflexões da equipe em torno de um perfil levantado junto às professoras, para essa área do conhecimento. A equipe que implementa o projeto, formada por três professores do Departamento das Ciências da Educação e uma bolsista, tem como objetivo refletir e propor ações nas áreas de Matemática e Ciências, História e Geografia, e Língua Portuguesa. Foram estabelecidos duas formas de contato: uma delas se dá a partir de seminários e atividades apresentados pela equipe, às professoras da escola; em outros momentos as professoras tem a oportunidade de discutir individualmente ou em duplas, com os membros da equipe, cada área descrita acima.

¹ Universidade Federal de São João Del-Rei heitorag@ufsj.edu.br

0110CC PROFESSORAS DOS PRIMEIROS CICLOS DO ENSINO FUNDAMENTAL: A COMPREENSÃO DE SI MESMAS COMO EDUCADORAS MATEMÁTICAS.

Roberto Antonio Marques¹

Maria da Conceição Ferreira Reis Fonseca (orientadora)²

RESUMO

Este trabalho propõe-se a investigar como as professoras se compreendem quando assumem o lugar de Educadoras Matemáticas nos ciclos iniciais do Ensino Fundamental. Neste sentido, esta pesquisa buscará levantar, na bibliografia existente, elementos que caracterizam ou que nos levem a refletir sobre o que é ser Educador Matemático.

Através de entrevistas semi-estruturadas, realizadas com oito professoras, buscaremos elementos da condição docente reconhecidos como significativos pelas próprias professoras para sua atuação e compreensão como Educadoras Matemáticas.

No desenvolvimento deste trabalho serão considerados, também, aspectos e contextos mais amplos (escolha pelo magistério, questões de gênero e raça) envolvidos na formação e atuação das professoras que lecionam nos ciclos iniciais do ensino fundamental.

Nesta etapa do desenvolvimento da pesquisa estamos realizando a análise das entrevistas e ainda não temos resultados a comunicar. As leituras que nos subsidiam para a análise preliminar do material empírico se repousam sobre a Análise de Conteúdo (Bardin, 1979) e Análise de Discurso (Bakhtin, 1992; Orlandi, 2002).

¹ Mestrando do programa de Pós-graduação em Educação da UFMG

² Doutora em Educação. Professora da Faculdade de Educação da UFMG

I – Proposição Do Problema

1 - Introdução

***“As palavras dançam nos olhos das pessoas
conforme o palco dos olhos de cada um”.***

Normalmente ao iniciar o trabalho com a disciplina de metodologia do ensino da matemática no curso de formação de professores para os ciclos iniciais do ensino fundamental, minha primeira solicitação às alunas é pedir que elas relatem como têm sido suas relações com a matemática nesses anos todos de escolarização, até chegarem à faculdade. As respostas a essa solicitação são do tipo: “foi horrível”, “não aprendi nada”, “sou traumatizada com a matemática”, “fui reprovada na 7ª série”, “detestava o professor”, “fui considerada incompetente para aprender matemática”, “não posso ver nada que diz respeito à matemática que eu passo mal”, dentre outras. Há também relatos positivos do tipo: “não tive dificuldades”, “adoro matemática”, mas infelizmente são poucos, na última pesquisa realizada em sala foram algo da ordem de 4 relatos em 33. Percebemos então que, para a maioria das futuras professoras dos ciclos iniciais do Ensino Fundamental, a vivência com a disciplina matemática tem sido freqüentemente caracterizada, na fala das próprias futuras docentes, por expressões que denotam estados de repulsa, de insatisfação, de angústia, de medo e algumas poucas falas de satisfação e prazer.

Essas falas que demonstram uma relação pouca amistosa com a matemática têm nos chamado a atenção para algumas questões que são fundamentais, principalmente quando pensamos que essas professoras, em um dado momento das suas vidas profissionais, estarão ensinando matemática às crianças dos primeiros ciclos do Ensino Fundamental. Qual o significado que a matemática tem na vida e na formação humana dessas professoras? Qual a importância que elas dão à matemática na formação de seus alunos? Que concepções de Educação Matemática permeiam o discurso dessas professoras no contexto escolar? Que significados têm para elas ensinar matemática?

Refletindo sobre essas questões entendemos, como Forquin, que

Todo questionamento ou toda crítica envolvendo a verdadeira natureza dos conteúdos ensinados, sua pertinência, sua consistência, sua utilidade, seu interesse, seu valor educativo e

cultural, constitui para os professores um motivo privilegiado de inquieta reação ou dolorosa consciência (Forquin, 1993, p.9).

A identificação dessa *inquieta reação*, denunciada pelos depoimentos das professoras em formação, nos conduz à necessidade de se pensar o “fazer pedagógico” dessas professoras também a partir dos valores que atribuem ao ato de ensinar matemática, das dimensões formativas que conferem ao ensino da matemática, enfim da autenticidade com a qual se permitem assumir o lugar, mesmo que em momentos específicos, de *Educadoras Matemáticas* dos ciclos iniciais do ensino fundamental. A preocupação com essa autenticidade justifica-se na compreensão que compartilhamos com Forquin (1993) de que ninguém pode ensinar verdadeiramente se não ensina alguma coisa que seja verdadeira ou válida a seus próprios olhos.

Embora considerando a formação generalista da professora dos ciclos iniciais, e que sua função abrange a formação global de seus alunos, procuramos entender como essa profissional, em momentos específicos de seu trabalho, em que se propõe e se dispõe a ensinar matemática, posiciona-se, atua, compreende e valoriza esse lugar que então ocupa e que entendemos ser seu lugar de Educadora Matemática.

Longe de querer desagregar esse sujeito da sua formação e atuação mais ampla, pretendemos focalizar um espaço específico de interlocução - ensinar e aprender matemática nos ciclos iniciais da escola fundamental - cujo delineamento (contextos, objeto da interlocução, relação dos interlocutores com o objeto, pressuposições dos interlocutores sobre os locutores, intenções específicas, mecanismos de controles, interdiscursos) condiciona os sujeitos a ocuparem lugares próprios no jogo interlocutivo. Esse espaço de interlocução define e é definido por um fazer específico da professora - ensinar matemática - e esse fazer encontra ressonâncias com um fazer mais amplo de professora generalista dos ciclos iniciais do ensino fundamental.

Como formadores de professoras para os ciclos iniciais do ensino fundamental, preocupa-nos a compreensão que essa profissional tem desse lugar de Educadora Matemática não só pela influência que essa compreensão exerce sobre a maneira como as docentes vêm ocupando-o no cotidiano escolar, mas porque acreditamos que focalizar uma dimensão específica do fazer docente - que

sabemos entrelaçada com outras dimensões - não significa desagregar o sujeito, mas contribuir para uma compreensão mais cuidadosa da multiplicidade que o integra.

2 - Formação docente

Embora não seja um trabalho sobre *formação* docente, acreditamos que esta pesquisa poderá trazer contribuições para os formadores, uma vez que se debruça sobre as condições de exercício da profissão docente e, em particular, de como o sujeito professor ocupa determinado lugar ao exercê-la.

Este trabalho, portanto, focaliza as professoras dos ciclos iniciais na condição de professoras que ensinam matemática e as reflexões que elas fazem sobre suas condições docentes e as posições que assumem e como assumem esse lugar específico de atuação.

As pesquisas que contemplam o sujeito professor têm, em grande parte, sua referência pautada na questão da formação e/ou dos processos de formação e, mesmo que não sejam *sobre* formação, costumam ser catalogadas como pesquisas *de* formação docente. Dessa forma dedicamo-nos a leituras de trabalhos sobre (e de) formação docente na Educação Matemática, buscando referências para a abordagem da temática da *condição docente* e, em particular, da condição de Educadora Matemática da professora dos ciclos iniciais do ensino fundamental.

Com efeito, a preocupação com a formação de professores tem gerado diversas pesquisas sobre o tema, ou sobre questões que lhe possam trazer contribuições.

Nos últimos anos, esse tema tem sido muito debatido em âmbito nacional e internacional. O crescente interesse pela área advém, entre outros fatores, das alterações ocorridas na sociedade em virtude de influências oriundas dos campos socioeconômicos e que, indubitavelmente, acarretam novas demandas para a formação do educador. Em resposta a essas demandas, a nova legislação educacional brasileira – LDBEN nº 9394/96 – passou a determinar que a formação inicial dos docentes para atuar nas séries iniciais da educação básica deverá ser uma formação em nível superior e, com isso, abriu questões que estão suscitando discussões sobre a elaboração de projetos e programas de formação de professores.

No campo da Educação Matemática, é significativo o número de pesquisas que têm enfatizado a problemática da formação, tratando-a sob diversos ângulos e em diversos níveis. Relatórios do I Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática (SIPEM) do ano 2000 mostram a intensidade da produção de trabalhos realizados sobre esse tema. O Grupo de Estudo e Pesquisa em Formação de Professores de Matemática (GEPFPM) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) apresentou nesse Seminário um mapeamento (Ferreira, et alii, 2000) das teses e dissertações defendidas a partir da década de 70, agrupando-as em 6 categorias:

1. **Processo de formação acadêmica de professores que ensinam matemática;**
2. **Projetos especiais de formação continuada de professores;**
3. **Formação de professores frente aos recursos/materiais didáticos e às inovações tecnológicas;**
4. **Estudos Diagnósticos e descritivos relativos à formação ou à prática docente;**
5. **Formação de professores em contextos de mudança/inovação curricular e ou metodológica;**
6. **Cognição de professores acerca de sua própria formação.**

Segundo esse estudo, 42 pesquisas, de um total de 89, investigam a formação inicial priorizando a formação de professores do ensino fundamental e médio, mas tratam quase sempre da formação de professores na licenciatura em matemática.

Apesar do volume expressivo de teses e dissertações sobre a formação de professores, é possível verificar o pouco investimento na reflexão voltada para a formação (inicial ou continuada) de professores do 1º segmento do ensino fundamental e é ainda menor o número de trabalhos que têm em suas temáticas a condição de exercício docente da professora que leciona matemática nos ciclos iniciais do Ensino Fundamental.

É importante assinalar que, paralelamente à necessidade de se responder a uma forte demanda pela formação diante das perspectivas e restrições que a legislação apresenta, deve-se cuidar para que os projetos de formação docente (inicial ou continuada) tragam contribuições que possam realmente ser significativas

para a formação humana desses sujeitos. Entendemos que a Educação Matemática pode contribuir para a formação humana das professoras dos ciclos iniciais pelas diversas dimensões (cultural, estética, histórica) que compõem esse saber. Assim como D'Ambrosio (1996) vemos a disciplina matemática

como uma estratégia desenvolvida pela espécie humana ao longo de sua trajetória para explicar, para entender, para manejar e conviver com a realidade sensível perceptível, e com o seu imaginário naturalmente dentro de um contexto natural e cultural. Isso se dá da mesma maneira com as técnicas, as artes, as religiões e as ciências em geral. Trata-se de construção de corpos de conhecimento em total simbiose dentro de um mesmo contexto temporal e espacial, que obviamente tem variado de acordo com a geografia e a história dos indivíduos e dos vários grupos culturais a que eles pertencem - famílias, tribos, sociedades, civilizações. A finalidade maior deste corpo de conhecimento tem sido a vontade que é efetivamente uma necessidade, desses grupos culturais de sobreviver no seu ambiente e de transcender, espacial e temporalmente, esse ambiente (p.7).

É essa concepção de Matemática que iluminará a perspectiva pela qual queremos focalizar a compreensão que a professora dos ciclos iniciais do ensino fundamental tem de si mesma como Educadora Matemática.

Com efeito, na medida em que essa docente terá como parte de sua atividade profissional o ensino da matemática, os sentidos que ela atribui a essa atividade determinam suas possibilidades de realização profissional e humana. São esses sentidos que conferem dignidade e honestidade ao trabalho que ela realiza. São esses sentidos que permeiam o fazer matemático (incluído nesse fazer o ensinar matemática) dessas professoras que, a partir desse lugar que ocupam, nesse momento específico de atuação docente, têm suas concepções de e sobre matemática e seu ensino guiando suas relações com os alunos e dando sustentação ao discurso que realizam no ambiente escolar – discurso que estrutura o (e se estrutura no) seu fazer docente.

Dentro dessa ótica, acreditamos que a compreensão que a professora tem desse lugar de Educadora Matemática dos ciclos iniciais do ensino fundamental – e de si mesma ocupando esse lugar - possa trazer elementos para que as instituições

formadoras (re)elaborem seus projetos pedagógicos de modo a contemplar anseios e indagações dos profissionais em formação, relativos a essa condição docente, respondendo a demandas dos sujeitos e da sociedade e incorporando resultados e questões da (e à) produção científica da Educação Matemática.

3 – Condição docente da professora que ensina matemática nos ciclos iniciais do ensino fundamental

Sobre o profissional que atua lecionando matemática nos primeiros ciclos do ensino fundamental pairam opiniões diversificadas, que vão desde o desprezo pelo trabalho realizado pelas docentes até a exacerbação da importância do trabalho da professora para a educação de nossas crianças. A posição em que se encontram principalmente as professoras dos ciclos iniciais do ensino fundamental como também a própria educação nesse nível de ensino, é bastante incômoda, pois obedece a um movimento pendular: oscilam entre *bandidos* e *mocinhos*. Segundo Nóvoa (2001),

a Educação vive assim “espartilhada” nesta dupla visão, feita de desconfiança e de aposta, de desqualificação e de exigência, de desprestígio e de responsabilização. Como se a educação fosse, por um lado, um campo científico e profissional habitado por gente de pouco valor e, por outro lado, o terreno social onde se jogam quase todas as perspectivas de futuro das sociedades contemporâneas (p.74).

Nesse mesmo sentido Assunção (1996), em seu trabalho “Magistério Primário e Cotidiano Escolar” volta-se para a situação docente:

A professora primária, por seu trabalho com crianças, suscita no imaginário social idéias, conceitos, valores e preconceitos muita vezes paradoxais. Ora são supervalorizadas, ora são ridicularizadas por trabalharem apenas com crianças (p.2).

Devemos considerar ainda que a professora dos ciclos iniciais do Ensino Fundamental experimenta também o desconforto de ensinar uma matéria da qual muito freqüentemente declara “não gostar” ou não “se sentir preparada” para

lecionar. Além disso, é comum ouvirmos os professores dos ciclos seguintes responsabilizarem o trabalho realizado nos ciclos iniciais pela performance, nem sempre boa, dos seus alunos em Matemática. Essa situação é descrita por Fontana (2000):

A manifestação de uma baixa expectativa com relação a nossa capacidade “como intelectuais” também foi por nós experimentada nas relações entre pares. Nossa condição de professoras polivalentes tem nos valido, dentro da organização parcelizante do trabalho, dominante na escola sobretudo a partir da década de 70, o desconforto de nos sentirmos consideradas, por nossos próprios colegas de 5ª a 8ª séries e pelos coordenadores de área, como menos informadas e menos capazes de tratar do conhecimento de áreas específicas em profundidade (p.130).

Diante desse drama vivido pela professora dos ciclos iniciais do ensino fundamental, é preciso que a pesquisa em Educação Matemática busque compreender as relações estabelecidas por essa professora que, com suas demandas e expectativas, suas angústias e alegrias, sua formação, (de)formação e (in)formação e (trans)formação, ocupa com maior ou menor consciência, autoridade e serenidade o lugar de Educadora Matemática dos alunos. Refletindo sobre esse lugar de Educadora Matemática nos ciclos iniciais, sobre os modos como essas professoras pensam, vêem e entendem a Matemática e seu ensino, e sobre o seu papel de docente nesse processo, a pesquisa em Educação Matemática pode trazer subsídios e questões para que, como profissionais, as próprias professoras, individual e coletivamente, assumam a reflexão sobre si mesmas e sobre essa sua condição docente. É nesse sentido que em nossas considerações sobre condição docente não podemos deixar de contemplar os dramas vividos pelas professoras dos ciclos iniciais, especialmente no que se refere às expectativas sobre seu trabalho.

Para realizar um trabalho sobre a professora dos ciclos iniciais não podemos ignorar os contextos de sua escolha pelo magistério, da questão de gênero e raça, da sua formação e atuação polivalente. Este trabalho, portanto, deverá considerar o cotidiano da mulher-professora através das representações referentes à sua profissão (Assunção, 1996). O discurso das professoras será sempre permeado

por esses contextos que envolvem sua condição docente, e é nessa condição que a professora realiza seu trabalho com a matemática, e é esse lugar de Educadora Matemática que nos interessa pesquisar. Nesse lugar, muitas das vezes, a professora dos ciclos iniciais se encontra diante do imprevisto, da pergunta que a inquieta, que a mobiliza e que a motiva, e por isso, esse momento é rico e instigante. Acreditamos que,

a vida cotidiana escolar das professoras apresenta uma característica de organização que se baseia no imediato, no momento presente; sua esfera de atenção acaba de se concentrar naquela realidade que ali à sua frente se apresenta e demanda soluções (Assunção, 1996, p.65).

O lugar de Educadora Matemática nos ciclos iniciais do ensino fundamental, embora seja demarcado na rotina escolar, é também construído em outras situações e por outras pressões de seu cotidiano escolar. As interlocuções que ali se constituem têm objetivos específicos, demandas e reflexos da própria formação que possuem e/ou que querem proporcionar aos alunos, sejam os interlocutores as próprias colegas ou a comunidade escolar mais ampla, e visam dar sustentação e autenticidade à atividade que realizam. E então, a questão se coloca: como a professora se compreende nesse lugar de Educadora Matemática nos ciclos iniciais do ensino fundamental?

4 – Educador Matemático

Em um estudo que propõe discutir como a professora dos ciclos iniciais se compreende como Educadora Matemática uma questão se impõe: O que é ser Educadora Matemática? Não pretendo fazer aqui uma listagem ou descrever categorias sobre eventuais “qualidades” ou “atributos” que caracterizariam o profissional que atua no campo da Educação Matemática. Pretendo discorrer um pouco sobre como tenho percebido os movimentos que vêm se constituindo dentro da Educação Matemática nos últimos tempos e como neles emergem os papéis, os lugares, a condição docente da Educadora Matemática.

Segundo Pais (2001),

Educação Matemática é uma grande área de pesquisa educacional cujo objeto de estudo é a compreensão, interpretação e descrição de fenômenos referentes ao ensino e à aprendizagem da matemática, nos diversos níveis da escolaridade, quer seja em sua dimensão teórica ou prática (p.10).

Essa grande área de pesquisa vem-se consolidando no Brasil nos últimos 20 anos e na atualidade, estão em desenvolvimento diversas linhas de pesquisas. Encontros, seminários e congressos no mundo todo reúnem com regularidade educadores e pesquisadores e é bastante alentada a produção nesse campo no Brasil³. Como resultado dessas atividades, podemos observar crescentes esforços de re-significação da matemática e de seu ensino a partir de uma nova compreensão desse conhecimento, quando tomado como um produto cultural, inserido em um contexto histórico. Esses esforços voltam suas preocupações para uma aprendizagem significativa no lugar da memorização e do acúmulo de informações. As concepções de Educação Matemática que subsidiam essa nova perspectiva evidenciam o caráter interdisciplinar do campo tendo em vista as articulações envolvendo a Psicologia, a História, a Filosofia, a Antropologia, etc, que fundamentam as pesquisas no âmbito do conhecimento científico e que orientam discussões no âmbito da prática pedagógica.

Dessa maneira, nos últimos anos, a intensificação das pesquisas voltadas para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem da matemática, vem colaborando para a efetivação de mudanças nas práticas pedagógicas dos professores. Muitas dessas pesquisas traduziram-se em propostas ou tendências para o ensino da Matemática, ou foram delas originadas. Nas salas de aulas, as novas tendências transformam ou coexistem com práticas tradicionais, evidenciando um movimento de transição no campo do ensino da matemática. Entre essas tendências destacam-se a resolução de problemas, a modelagem, o construtivismo, a etnomatemática e outras propostas de orientação sócio-histórica. David (1995) aponta traços comuns existentes entre elas:

³ Para uma visão dos caminhos da Pesquisa em Educação Matemática no Brasil, consulte-se o Dossiê: Pesquisa em Educação Matemática no Brasil publicado na revista da Faculdade de Educação da UFMG – Educação em Revista - n.36, dezembro de 2002.

- *supõem a participação ativa do aluno no processo de aprendizagem. (A ênfase passa do ensinar para o aprender).*
- *sugerem uma relação professor-aluno de mão dupla (Em que ambos ora ensinam, ora aprendem).*
- *buscam um sentido para o ensinar matemática em algo que não é o conteúdo matemático em si mesmo, mas vai além dele (p.58).*

Esses traços comuns às tendências parecem refletir novas preocupações dos professores de matemática – que as desenvolvem ou são de alguma forma por elas afetados. Tais preocupações, não mais restritas à aplicação eficiente de métodos e técnicas de ensino, mas que remetem à concepção de matemática e de contribuição para a vida social e pessoal dos estudantes, obrigam os professores a ampliarem as dimensões que conferem ao seu trabalho docente para além da atividade em sala de aula. Dessa forma, questões mais gerais da Educação impõem-se como eixos de discussão mesmo dentro daquele campo de sua atuação específica: o ensino de matemática. Zaidan (1997) aponta pelo menos dois campos em que essas preocupações começam a apresentar-se de maneira destacada: o currículo e a formação em serviço. Com efeito, o envolvimento com essas novas perspectivas do ensino da matemática supõem e alimentam uma concepção de currículo como

um conjunto de ações formadoras, possibilitadoras de aprendizagens, respeitando o ritmo dos alunos, considerando sua cultura, seus interesses, propiciando vivências em processos formadores, em contraposição ao currículo entendido como uma lista de conteúdos e disciplinas desconectadas e fragmentadas.

Nessa mesma ótica a formação em serviço passa a ser compreendida como *formação que alimenta a prática cotidiana, buscando fundamentos e subsídios para uma aprendizagem de sucesso a partir do aluno real (p.71).*

Essas questões permeiam as discussões sobre o ensino das diversas disciplinas escolares, mas de forma diferenciada dada à natureza de cada campo de conhecimento e de sua contribuição para a formação humana. Nesse trabalho que

queremos focalizar a compreensão que a professora dos ciclos iniciais tem de si mesma como Educadora Matemática, devemos destacar especificidades do conhecimento matemático que definem, assim, modos também específicos de sua contribuição para essa formação. Maria Aparecida Bicudo descreve as relações e peculiaridades do conhecimento matemático ressaltando que a matemática

possui um modo próprio de ser e de mostrar-se, o qual aparece na sua linguagem, nas suas afirmações, no afirmado nas suas proposições, nas formas de raciocínio utilizadas para ligar umas proposições às outras, na maneira pela qual estrutura suas teorias, no significado social que possui, nas suas ligações com outras áreas do conhecimento, na forma utilitária em que é usada pelas ciências aplicadas, pela técnica e pela tecnologia, pelo componente ideológico que a sustenta, no sentido de verdade que atribui às suas afirmações (s.d., p.9).

Ao destacarmos aqui a matemática no intrincado campo da formação humana, estamos considerando a Educação Matemática naquilo que poderá contribuir para que alunos e professores, como sujeitos socioculturais, assumam conscientemente os processos de formação humana dos quais participam. Esses processos incluem o desenvolvimento de uma *matematicidade* que lhes é própria. Essa matematicidade, como destaca Fonseca (1995), seria

a disponibilidade, a possibilidade de a pessoa abrir-se e deixar emergir seu senso matemático e traduzi-lo em sentimento, raciocínio, ação ou representação. Essa matematicidade está presente nas diversas situações e nos orienta considerações, julgamentos e decisões (p. 51).

Ao analisar as transformações que vêm ocorrendo no campo da Educação Matemática, é importante ressaltar, porém, que as mudanças decorrem de demandas que a própria sociedade estabelece e refletem um processo histórico de construção dos modos de pensar e agir no mundo.

No entanto, essas transformações propostas, incentivadas ou analisadas pela pesquisa em Educação Matemática, embora permeiem os discursos dos textos oficiais, dos materiais didáticos e mesmo de muitos educadores, ainda apresentam

uma expressão tímida nas práticas pedagógicas que efetivamente se realizam nas salas de aula. Essa relativa timidez, contudo, não impede que o movimento de transformação insira, nas preocupações do professor, indagações sobre sua própria relação com a matemática e o papel que ele atribui a ela na formação de seus alunos. Isso favorece o desencadeamento de uma certa identificação dos professores de matemática com essas novas propostas, na medida em que dispõem ou declaram dispor a constituir uma prática comprometida com um projeto de formação integral e socialmente responsável. É essa disposição, explícita ou latente, que nos permite pensar o profissional que ensina matemática como um Educador Matemático.

Este trabalho, portanto, ao se propor **investigar como a professora dos ciclos iniciais do ensino fundamental ocupa e compreende esse lugar de Educadora Matemática**, procurará identificar nos depoimentos dessas docentes traços dessa disposição, balizando seus modos de conceber-se como professora que ensina matemática.

Como formadores de professores que atuarão nessa primeira etapa de escolarização, apostamos que a reflexão que essa investigação demandará e proporcionará pode trazer luzes para a proposição de projetos de formação docente que tomem em consideração anseios e perspectivas apontados pelas professoras em relação à sua atuação - ensinar matemática - nos ciclos iniciais do Ensino Fundamental e ao seu lugar de Educadoras Matemáticas.

II – Objetivos Gerais e Específicos

O objetivo geral dessa pesquisa é investigar **como as professoras dos ciclos iniciais do ensino fundamental se compreendem ocupando esse lugar de Educadoras Matemáticas**.

Objetivos específicos:

1. Analisar aspectos da condição docente considerados pelas professoras como fatores intervenientes em sua atuação como Educadoras Matemáticas.
2. Discutir aspectos da formação das professoras dos ciclos iniciais do Ensino Fundamental em relação ao ensino da matemática.
3. Identificar representações da matemática e de seu ensino que permeiam a prática docente através da análise que as professoras fazem dessa prática.

4. Reconhecer nos depoimentos das professoras a relevância que atribuem aos aspectos formativos das interações que ocorrem no contexto escolar (relação com os alunos, com outras profissionais, com a comunidade, com os materiais didáticos).

III – Metodologia

A opção metodológica deste trabalho procura arquitetar-se de modo a permitir-nos identificar elementos da condição docente, reconhecidos como significativos pelas próprias professoras para sua atuação como Educadoras Matemáticas nos ciclos iniciais do ensino fundamental. Partiremos da reflexão das próprias professoras, em depoimentos acerca de sua formação escolar e profissional, sobre sua experiência docente, sobre sua relação com a matemática e com sua prática de ensinar matemática. Esses depoimentos serão coletados através de entrevistas semi-estruturadas. O roteiro dessas entrevistas vem sendo elaborado a partir do diálogo com a literatura sobre Educação Matemática (Bezerra, Bicudo, Carvalho, D'Ambrósio, David, Fonseca, Knijnik, Machado, Pais, Poletini, Sztajn, Zaidan), sobre formação docente (Candau, Garcia, Fontana, Diniz-Pereira & Fonseca, Libâneo, Moita, Nóvoa, Popkewitz, Perrenoud, Shon, Silva), condição docente e trabalho docente (Assunção, Carvalho, Fontana, Diniz-Pereira & Fonseca, Oliveira, Silva), e sobre procedimentos de análise de entrevistas (Ludke&André, Alves-Mazzotti). Estaremos ainda realizando uma entrevista piloto com duas professoras (ver sujeitos da pesquisa) cuja análise preliminar será considerada na elaboração do roteiro definitivo.

Como preparação para essa análise preliminar de material empírico, tenho iniciado leituras sobre Análise de Conteúdo (Bardin, 1979), e Análise de Discurso (Bakhtin, 1992 e Orlandi, 2002).

1 - Sujeitos da pesquisa

Esta pesquisa será realizada com professoras de 1º e 2º ciclos do ensino fundamental das redes pública e particular de ensino de Belo Horizonte. Procuraremos compor para esse trabalho um grupo heterogêneo do ponto de vista do tempo em que concluiu a formação acadêmica e da natureza da qualificação (magistério x ensino superior). A opção pela heterogeneidade do grupo escolhido

aposta na possibilidade de se obter uma maior diversidade de elementos que repercutiriam no posicionamento que a professora dos ciclos iniciais do ensino fundamental tem sobre o lugar de Educadora Matemática que ocupa em momentos específicos do seu trabalho.

Pretende-se entrevistar 8 professoras que estejam lecionando matemática nos ciclos iniciais do ensino fundamental, selecionadas da seguinte forma:

- 1 professora da rede pública municipal de Belo Horizonte, com habilitação exclusiva em magistério, com menos de 5 anos de experiência na docência do Ensino Fundamental.
- 1 professora da rede pública municipal de Belo Horizonte, com habilitação exclusiva em magistério, com mais de 10 anos de experiência na docência do Ensino Fundamental.
- 1 professora da rede pública municipal de Belo Horizonte, com habilitação em nível superior, com menos de 5 anos de experiência na docência do Ensino Fundamental.
- 1 professora da rede pública municipal de Belo Horizonte, com habilitação em nível superior, com mais de 10 anos de experiência na docência do Ensino Fundamental.
- 1 professora da rede particular de ensino, com habilitação exclusiva em magistério, com menos de 5 anos de experiência na docência do Ensino Fundamental.
- 1 professora da rede particular de ensino, com habilitação exclusiva em magistério, com mais de 10 anos de experiência na docência do Ensino Fundamental.
- 1 professora da rede particular de ensino, com habilitação em nível superior, com menos de 5 anos de experiência na docência do Ensino Fundamental.
- 1 professora de rede particular de ensino, com habilitação em nível superior, com mais de 10 anos de experiência na docência do Ensino Fundamental.

Os dois depoentes para a entrevista-piloto terão o seguinte perfil:

- 1 professora da rede municipal de ensino de Belo Horizonte, com mais de 10 anos de experiência na docência do Ensino Fundamental.

- 1 professora da rede particular de ensino, com mais de 10 anos de experiência na docência do ensino fundamental.

Pode ocorrer que esses dois depoentes venham a constituir o universo dos 8 entrevistados tomados como sujeitos da pesquisa.

A escolha de se ter entre os entrevistados somente professoras deve-se ao fato de que a docência nos ciclos iniciais do Ensino Fundamental é uma função exercida predominantemente - quase exclusivamente - por mulheres, questão intimamente relacionada com a condição docente, tema deste trabalho.

As duas redes de ensino escolhidas para a realização desse trabalho possuem propostas pedagógicas diversas – uma de outra e no interior da própria rede - e diferentes formas de condução dessas propostas pelas professoras. Dentro dessa perspectiva, acreditamos que as depoentes nos fornecerão dados relevantes sobre a organização escolar e sobre projetos políticos pedagógicos que certamente influenciam no seu trabalho com a matemática.

A variável tempo de experiência pode influenciar no modo como as professoras se relacionam com a matemática. Ao especificarmos dois tempos de experiência – professora em início de carreira (menos de 5 anos de experiência) e professoras com uma experiência docente mais sedimentada (mais de 10 anos de experiência) apostamos na possibilidade de que as professoras com menor experiência recorram com maior frequência à formação inicial na análise e solução de problemas da prática docente, ao passo que as professoras com maior experiência provavelmente teriam suas práticas docentes mais pautadas na própria vivência do cotidiano escolar. Os elementos oriundos dessas duas experiências diversas, acreditamos, poderão enriquecer a discussão que queremos aqui desenvolver.

A qualificação das professoras (magistério x ensino superior) é uma variável que nos parece importante, especialmente neste momento em que vivemos a transição definida pela obrigatoriedade da formação em nível superior para a professora dos ciclos iniciais do ensino fundamental. Associar elementos dessa formação à compreensão que a professora tem de si mesma como Educadora Matemática poderá trazer contribuições para os projetos de formação.

Uma condição indispensável para que a professora componha o grupo de sujeitos desta pesquisa é estar lecionando matemática nos ciclos iniciais.

Sabemos que, em muitas escolas, o tipo de organização permite que a professora trabalhe por muitos anos com conteúdos que não são necessariamente a matemática. Ser professora dos ciclos iniciais do Ensino Fundamental, mas não estar lecionando matemática inviabilizaria a docente como depoente nesta pesquisa em virtude de ter poucos elementos para falar do lugar de professora que ensina matemática.

Com efeito, a professora que está lecionando matemática, tem o seu discurso permeado pela vivência da prática docente, pelas indagações e dificuldades que vem enfrentando, pelos interdiscursos com colegas e alunos, o que torna seu depoimento mais rico para alimentar a análise que pretendemos fazer.

2 – Proposta de roteiro inicial para as entrevistas – piloto.

A entrevista será a principal técnica para a coleta de dados nessa pesquisa. Optamos por realizar uma entrevista semi-estruturada na qual o depoente responderá algumas questões previamente elaboradas, mas podendo o entrevistador acrescentar, no decorrer da entrevista, outras questões, com a intenção de obter maiores esclarecimentos sobre os temas abordados. (Alves-Mazzotti, et alii, 1997). Nas palavras de Ludke&André(1986):

A grande vantagem da entrevista sobre outras técnicas, é que ela permite a captação imediata e corrente da informação desejada, praticamente com qualquer tipo de informante e sobre os mais variados tópicos (...) Pode permitir o aprofundamento de pontos levantados por outras técnicas de coleta de alcance mais superficial, como o questionário (p.34).

Como trabalho inicial de obtenção dos dados, estaremos realizando uma entrevista-piloto com duas professoras, conforme descrito no item “Sujeitos da pesquisa”. O roteiro que propomos aqui é preliminar, constituindo-se apenas como um ensaio para verificarmos o potencial desse instrumento em fazer emergir questões que nos dispomos tratar nesta pesquisa. Ao invés de compor um roteiro pré-estabelecido e detalhado, achamos conveniente, neste momento, destacar algumas questões de âmbito mais geral, e assim, a partir da análise dos primeiros

dados obtidos, eventualmente refazer esse roteiro. Dentro dessa estratégia, pediremos às depoentes que relatem sua formação escolar e profissional, sua participação em eventos ligados à Educação e a projetos escolares, além de relatos de seu cotidiano escolar. Pretendemos ainda, que as entrevistadas reflitam sobre o papel da matemática em sua própria formação, indiquem e comentem o papel que elas atribuem à matemática na formação humana e cidadã de seus alunos e, finalmente, analisem sua própria contribuição para essa formação.

IV – Referências Bibliográficas

ALVES-MAZZOTTI, et alii. *O Método nas Ciências Naturais e Sociais*. São Paulo: Pioneira, 1997.

ASSUNÇÃO, Maria Madalena Silva de. *Magistério primário e Cotidiano escolar*. Campinas: Autores Associados, 1996.

BAKHTIN, Mikhail. *Estética da criação verbal*. São Paulo: Martins Fontes, 1992.

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Telles da Silva, 1979.

BICUDO, Maria Aparecida V. *Educação Matemática*. São Paulo: Moraes, s.d.

CARVALHO, Marília Pinto de. *No coração da sala de aula: gênero e trabalho docente nas séries iniciais*. São Paulo: Xamã, 1999.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. *Educação Matemática: Da teoria à prática*. Campinas: Papirus, 1996.

DAVID, Maria Manuela M. S. As possibilidades de renovação no ensino-aprendizagem da Matemática elementar. Belo Horizonte: *Presença Pedagógica*. Jan/fev 1995 v.3 n.16.

FERREIRA, Ana Cristina , et alii. *Estado da arte da pesquisa brasileira sobre formação de professores que ensinam matemática:uma primeira aproximação*. Anais

do I Seminário Internacional de pesquisa em educação matemática. Serra Negra nov/2000.

FONSECA, Maria da Conceição F. R. Por que ensinar Matemática? *Presença Pedagógica*, Belo Horizonte, n.4, p.46-54, 1995.

FONTANA, Roseli A. Cação. *Como nos tornamos professoras?* Belo Horizonte: Autêntica, 2000.

FORQUIN, Jean Claude. *Escola e cultura: as bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

LUDKE, M & **ANDRÉ**, M. E. D. A. *A pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo:EPU, 1986.

NÓVOA, Antonio. *As Ciências da Educação e os processos de mudança*. IN: PIMENTA, Selma Garrido (org). *Pedagogia, Ciência da Educação?* São Paulo, Cortez, 2001, p.71-106.

ORLANDI, E. P. *Análise do discurso: princípios e procedimentos*. Campinas: Pontes, 2002.

PAIS, Luiz Carlos. *Didática da Matemática, uma análise da influência francesa*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

ZAIDAN, Samira. A Educação Matemática em movimento. *Presença Pedagógica*, Belo Horizonte, v.3, n.16, p.65-73, 1997.

COMUNICAÇÕES CIENTÍFICAS E RELATOS DE EXPERIÊNCIA

TEMA 02 PROPOSTAS CURRICULARES E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

RESUMO

Este trabalho tem como finalidade propor a inclusão de tópicos de Geometria Fractal no currículo de Matemática do Ensino Médio. Para justificar tal proposição foram utilizadas a teoria piagetiana referente aos estádios do desenvolvimento mental e a metodologia construtivista. A idéia deste projeto surgiu de leituras de artigos de uma revista americana - The Mathematic Teacher – nas quais foram relatadas algumas atividades propostas em sala de aula. Nelas os alunos tomavam um primeiro contato com os fractais através da construção de cartões, explorando os seus aspectos geométricos, utilizando conhecimentos prévios. Além destes artigos foram localizadas também referências bibliográficas, em que são propostas outras atividades e que sugerem os graus apropriados para sua utilização. Pela análise da teoria necessária para compreensão deste diferente tipo de Geometria, chegou-se à conclusão de que nossos alunos de Ensino Médio estariam preparados para a apresentação deste tema. As atividades foram aplicadas a um grupo de alunos da 1ª série do Ensino Médio do Colégio de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira - UERJ que tem como característica comum o interesse por temas ligados à Matemática. Isso, de certa forma, facilitou as aplicações propostas, que transcorreram com a participação ativa dos alunos e atingindo os conceitos previstos.

¹ Prefeitura Municipal de Juiz de Fora

RESUMO

Este estudo faz uma análise da Educação Matemática no Ensino Médio, no município de Formiga-MG, observando os seguintes aspectos:

- as reformas da Educação Matemática no decorrer da história, até hoje no Brasil;
- o ensino da Matemática sob a legislação atual;

Uma entrevista foi realizada com estudantes do Ensino Médio buscando perceber as relações entre o aluno e a Matemática, e permitiu-se chegar às seguintes conclusões:

- i – é urgente a elaboração de um eficiente currículo de Matemática;
- ii – o aluno precisa ser motivado a aprender;
- iii – o professor precisa se atualizar, com a certeza de que a Matemática é muito importante para a vida das pessoas.

Diante da pesquisa desenvolvida pode-se constatar que o aluno do Ensino Médio de Formiga gosta de Matemática, acha-a útil para a vida, porém por outro lado considera que o professor tem grande influência no gosto que o aluno possa ter pela Matemática.

¹ Fundação Educacional Comunitária Formiguense
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras silveira@fuom.br

Introdução

“Estou persuadido de que se me houvessem ensinado, desde minha mocidade, todas as verdades das quais, depois, procurei as demonstrações, e não tivesse tido eu nenhum trabalho em aprendê-las, nunca teria talvez adquirido o hábito e a facilidade, que penso possuir, de encontrá-las sempre novas à medida que me dedico a procurá-las”.

René Descartes.

Durante todo o século XX, a prática pedagógica do professor de Matemática, foi motivo de grande preocupação por parte dos sistemas educacionais.

Observa-se, por exemplo, que uma boa porcentagem do tempo escolar destinado à educação formal até o nível médio é destinada à Matemática. Apesar disto, o aproveitamento obtido pelos alunos ainda não tem sido dos melhores.

Diversas transformações influenciaram a Educação Matemática no Brasil neste último século, em que a de maior significação remonta às teorias de Georg Cantor², que por sua vez propiciou uma grande reorganização da Matemática pelo grupo francês Bourbaki³ – a *Matemática Moderna*. Outras dinâmicas visando ao aprimoramento do processo ensino-aprendizagem de Matemática foram propostas e/ou continuam sendo parcialmente adotadas, como a *Resolução de Problemas*, a *modelagem*, o *construtivismo*.

A partir do início da década de 1980 surgiu uma abordagem socio-cultural do ensino-aprendizagem de Matemática, devida ao professor Ubiratan D’Ambrósio – a *etnomatemática*⁴ –, assunto que já conquistou seguidores em praticamente todo o mundo. Inclusive o Segundo Congresso Mundial de Etnomatemática realizou-se no Brasil em agosto de 2002.

O empenho para a melhoria do ensino em geral, e a procura de um caminho verdadeiramente produtivo na educação são constantes. Em termos oficiais, em 1996 o Congresso Nacional promulgou a segunda Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Como consequência, algum tempo depois o Conselho Nacional de Educação e a Secretaria de Educação Média e Tecnologia do MEC instituíram legislações complementares.

² EVES, Howard. *Introdução à História da Matemática*. Campinas, SP. Editora da UNICAMP. 1995, p.615.

³ EVES, idem, p. 690-692.

⁴ AMBRÓSIO, Ubiratan D. *Etnomatemática*. São Paulo, SP. Ática. 1993.

Há uma preocupação entre os professores de Matemática sobre a existência de dificuldades no aprendizado dessa matéria no Ensino Médio. Pode-se afirmar até mesmo que este fato é de domínio público, pois a sociedade como um todo acha que “Matemática é difícil”.

Todavia, demonstra-se também a realidade da importância da Matemática na vida das pessoas, e a profundidade do valor científico-tecnológico dessa disciplina, especialmente a partir das conquistas das novas tecnologias, como a computação, a telecomunicação, bem como a *invasão*⁵ que a Matemática tem feito nos diversos campos do saber.

Assim, esta dissertação se dispôs a tratar do assunto ao elaborar uma pesquisa que enfoca as relações entre o estudante do Ensino Médio e a Matemática.

As fontes dos dados foram constituídas de entrevistas com professores de Matemática do Ensino Médio, e questionários aplicados a estudantes desse mesmo nível de ensino no município de Formiga.

O atual Sistema de Ensino Brasileiro é previsto na Carta Magna⁶ que utiliza dez capítulos para definir o Sistema de Ensino Brasileiro. Nesses artigos ficam estabelecidas as regras norteadoras da execução da educação no País.

A prática educacional da interdisciplinaridade é estimulada e vem propiciar o desenvolvimento do indivíduo para o exercício de sua cidadania.

Este estudo, dividido em cinco capítulos, estrutura-se da seguinte forma:

O Capítulo I descreve os caminhos percorridos pela Educação Matemática desde a Grécia Antiga, passando pelas primeiras escolas institucionalizadas, analisando esse ensino através dos tempos, até hoje no Brasil. Relata as reformas educacionais detectadas, e aprecia a ênfase dada à Matemática nessas reformas, nas diversas épocas e situações.

O Capítulo II vê a legislação que rege a Educação Matemática no Brasil e no Estado de Minas Gerais

O Capítulo III apresenta um estudo dos conhecimentos ou saberes em geral, e do conhecimento matemático em particular.

No Capítulo IV discute-se a importância fundamental que a Educação Matemática ocupa no currículo do Ensino Médio.

⁵ *Invasão* aqui quer significar o grande emprego que os diversos campos do conhecimento estão fazendo da Matemática como ferramenta de trabalho.

⁶ Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, art. 205.

O Capítulo V faz uma avaliação da Educação Matemática no Ensino Médio de Formiga-MG.

1. As Reformas Educacionais e a Educação Matemática.

Antes mesmo que a escola se institucionalizasse havia, pelo menos implicitamente, em cada região, um currículo ou um programa a servir de roteiro para a execução da prática educacional.

Preocupações com a discussão de currículos escolares tiveram maiores proporções no século XX, quando inúmeros estudos de ordem psicológica e da cognição foram desenvolvidos. De acordo com Ambrósio⁷:

Educação é o conjunto de estratégias desenvolvidas pela sociedade para:

- a) possibilitar a cada indivíduo atingir seu potencial criativo;
- b) estimular e facilitar a ação comum, com vistas a viver em sociedade e exercer cidadania.

Isto é, o sistema educacional deve subordinar cada disciplina aos objetivos da educação e não o contrário – a educação é maior que cada disciplina.

Antes da institucionalização da escola, criação da burguesia no século XVI, a educação, a formação cultural oferecida era feita com o interesse direto da família, que contratava preceptores e sábios notórios para promover a educação dos filhos.

Historicamente o primeiro *currículo* nos foi legado pelos romanos: era composto pelo *trivium* romano com as disciplinas *Gramática, Retórica e Dialética*, e o *quadrivium medieval* tendo suas disciplinas agrupadas sob os títulos: *Aritmética, Música, Geometria e Astronomia*.

Pode-se observar o evidente valor dado à Matemática no *quadrivium*.

Durante longo tempo essas sete ordens do saber⁸ constituíram o currículo suficiente para a formação cultural dos intelectuais.

Com a Revolução Industrial que teve início no século XVIII, alguns aspectos da escola burguesa foram alterados: de encontro a uma educação de predominância

⁷ AMBRÓSIO, Ubiratan D. *Educação para uma sociedade em transição*. Campinas, SP: Papirus, 1999. p. 15.

⁸ O *trivium* romano (*gramática, retórica e dialética*), e o *quadrivium medieval* (*aritmética, música, geometria e astronomia*).

humanística apareceu a necessidade da formação técnica especializada, além do estudo das ciências.

O *ler, escrever e contar*, criação americana com objetivo de fornecer uma uniformidade cultural; constituiu-se num currículo adotado em praticamente todo o mundo pois, como relata Ambrósio, *esse modelo curricular destacava valores de nacionalismo, promovia um certo ufanismo e preparava para a fixação local*⁹.

No Brasil durante cerca de dois séculos os jesuítas foram os únicos responsáveis pela educação, cujo domínio, depois da expulsão da Companhia de Jesus em 1758, ainda continuou com o trabalho de ex-alunos. Não se tem informações sobre o nível da Matemática que aí se estudava. Antes de 1808, o desenvolvimento científico da Colônia era extremamente limitado. A imprensa era proibida, o ensino de direito e de medicina constituía-se em privilégio de Portugal.

A história do Colégio D. Pedro II, criado em 1837, único estabelecimento dessa natureza existente no Rio de Janeiro, resume a história do ensino público secundário no Império brasileiro, que era de baixa qualidade e desorganizado.

A importância dada à Matemática nessa época era quase nula: menos de 5% da carga horária do ensino secundário do Colégio D. Pedro II.

A primeira vez que o Brasil participou de um congresso de Matemática foi em 1912, no 5º Congresso Internacional de Matemática em Cambridge, Inglaterra com o professor Eugênio Raja Gabaglia, docente da Escola Politécnica-RJ.

Os programas de ensino de Matemática até a década de 1930 constituíam-se essencialmente de cálculos aritméticos e algébricos, complexos e trabalhosos.

Depois da revolução de 1930 criou-se o Ministério da Educação e foram estabelecidos os tempos escolares como o que se tem atualmente até o final do Ensino Médio. As disciplinas *aritmética*, *álgebra* e *geometria*, originalmente isoladas, foram unificadas sob o nome de *Matemática*.

A grande recessão mundial de 1930 teve suas consequências no ensino. Objetivando produzir mão-de-obra para o comércio e a indústria, instituíram-se nos anos quarenta as escolas profissionalizantes: o SENAI e o SENAC.

No exterior, logo após a Segunda Guerra Mundial, um período de reestruturação política na ordem mundial clamava em diversos países por reformas de ensino.

Com base nos estudos de Georg Cantor¹⁰, um grupo de matemáticos franceses reuniu-se sob o pseudônimo Bourbaki, e se propôs a organizar toda a Matemática usando a linguagem da Teoria dos Conjuntos.

Com o lançamento do foguete espacial *Sputinik* pelos russos, os americanos sentiram-se diminuídos nas conquistas científicas e espaciais. Mesmo antes disso, já havia um sentimento de fracasso no ensino de ciências em geral, e de Matemática em particular, em vários países como Estados Unidos, Inglaterra e França. O currículo de Matemática foi reestruturado desde as primeiras séries escolares com base nos trabalhos de Bourbaki. Nasce a Matemática Moderna.

O Brasil adota tal reforma, pois desde antes de 1960 havia algum movimento nesse sentido. O movimento da Matemática Moderna fracassou após cerca de 15 anos, embora sua influência ainda se faça sentir.

Apesar do apoio da maioria dos matemáticos e educadores matemáticos, o movimento da Matemática Moderna, fracassou tendo sofrido severas críticas. Em publicação brasileira, Morris Klein fez profundas críticas a esse tipo de ensino. Por exemplo:

Na verdade, a teoria de conjuntos pode ser desorientadora até mesmo no contexto em que afirma que é útil, a saber, na aprendizagem sobre números (p. 119) ...

A teoria de conjuntos é para a matemática elementar formalismo oco, que dificulta idéias que são muito mais facilmente compreendidas intuitivamente. A tentativa de envolvê-la é quase ridícula e uma grosseira imitação de pedagogia. A teoria de conjuntos não provou ser o elixir da pedagogia matemática (p.120).¹¹

Embora a supervalorização dedicada à formalização pela Matemática Moderna, aplicada aos níveis da educação elementar, tenha trazido resultados nefastos à Educação Matemática, é necessário admitir que o movimento da Matemática Moderna, praticamente de âmbito mundial, trouxe algo de positivo para a aprendizagem da Matemática. Pois o rigor da linguagem matemática é necessário ao ensino desta disciplina, desde que não se caia num formalismo exagerado.

¹⁰ Georg Cantor (1845-1918) é o criador da Teoria dos Conjuntos.

¹¹ KLINE, Morris. *O Fracasso da Matemática Moderna*. São Paulo: Ibrasa, 1976, p. 117-120.

Um currículo baseado apenas na importância dada à estrutura lógica do conteúdo é passível de crítica, uma vez que corre o risco de confundi-la com a estrutura psicológica da aprendizagem. Coll enfatiza:

É preciso estabelecer uma distinção entre a estrutura interna de um corpo de conhecimentos de uma disciplina científica, tal como é concebida por seus especialistas, e a estrutura a ser dada a tal conhecimento para ensiná-lo. As duas estruturas não coincidem necessariamente.¹²

Por outro lado, a concepção construtivista da aprendizagem é de que não se pode transmitir o conhecimento diretamente a outrem. Carraher observa:

*O aluno precisa **formar uma compreensão do conceito**. Por melhor que eu explique uma coisa, não posso garantir sua compreensão, porque a compreensão é um ato do aluno e a explicação é um ato do professor. Uma boa explicação pode ser uma das experiências que levem o aluno à reflexão Mas certamente uma explicação não é sempre o melhor caminho de chegar à compreensão. A proposta construtivista enfatiza que é o aluno quem constrói sua compreensão do conceito.¹³(Grifo da autora).*

De acordo com a concepção do construtivismo, o conhecimento desenvolve-se pela construção de novas compreensões, novos conceitos; e não a partir da aprendizagem de novos fatos.

Também a modelagem constitui uma prática de ensino-aprendizagem em que os alunos trabalham a Matemática a partir de seus interesses, e o conteúdo estudado é problematizado em situações reais do cotidiano do meio em que vive o aluno, com suas dificuldades do dia-a-dia.

Polya¹⁴ assegura: *A Matemática não é um esporte para espectadores, não pode ser apreciada ou aprendida sem participação ativa.*

A metodologia da resolução de problemas teve em Polya seu expoente máximo, para quem esse procedimento pedagógico apresenta papel importante na a-

¹² COLL, César. *Psicologia e currículo*. São Paulo: Ática, 1996, p. 77.

¹³ CARRAHER, David. *Uma Construção Matemática*. Mestrado em Psicologia. UFP.

¹⁴ POLYA, George. *A arte de resolver problemas*. Trad. Heitor L. de Araújo. Rio de Janeiro: Interciência, 1986, p. 1-3.

prendizagem de Matemática. O trabalho de Polya tem como objetivo o resgate da heurística como uma metodologia eficiente que conduz à redescoberta, à compreensão do fato matemático.

Surgiu no Brasil em 1975, a partir dos trabalhos do professor Ubiratan D'Ambrósio, o Movimento de Etnomatemática de embasamento etnoantropológico.

Em 1985, o movimento se internacionalizou e foi criado o ISGEm (Grupo de Estudo Internacional sobre Etnomatemática). No Brasil, o Primeiro Congresso Nacional de Etnomatemática foi realizado na Universidade de São Paulo, em novembro de 2000. O Segundo realizou-se em Ouro Preto-MG em 2002.

Etmologicamente, “*etnomatemática* é a arte ou técnica de explicar, de conhecer, de entender nos diversos contextos culturais”.

Ambrósio¹⁵ descreve a seguir a sua filosofia da *etnomatemática*:

*Vejo a disciplina **matemática** como uma estratégia desenvolvida pela espécie humana ao longo de sua história para explicar, para entender, para manejar e conviver com a realidade sensível, perceptível, e com o seu imaginário, naturalmente dentro de um contexto natural e cultural.*

A etnomatemática transcende a Matemática – contém a Matemática e é uma parte da antropologia.

2. A Educação Matemática no Ensino Médio e a Legislação.

O Ensino Médio é a etapa complementar do processo educacional que a Federação considera como necessária à formação fundamental para o exercício da cidadania. Diz a Carta Magna¹⁶:

O dever do Estado com a educação será efetivado mediante a garantia de:

.....

II- progressiva extensão da obrigatoriedade e gratuidade ao ensino médio;

.....

¹⁵ AMBRÓSIO, 1996, op. cit. p. 7.

¹⁶ CONSTITUIÇÃO FEDERATIVA DO BRASIL DE 1988. Art. 208.

Em 1966 foi promulgada a Lei 9.394/96¹⁷, onde se lê:

Art. 21. A educação escolar compõe-se de:

I-educação básica, formada pela educação infantil, ensino fundamental
e ensino
médio;
..... (Grifo nosso).

As finalidades do Ensino Médio estão explicitadas no Art. 35 da lei 9394:

Art. 35- O ensino Médio é a etapa final da educação básica com duração mínima de três anos e tem como finalidades:

- i- a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, ...
- ii- a preparação para o trabalho e a cidadania do educando, ...
- iii- o aprimoramento do educando como pessoa humana, ...
- iv- a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, ...

O currículo de Matemática deve privilegiar o domínio de habilidades e competências básicas que permitam transferir conteúdos escolares à vida real, não se restringindo à aquisição de informações e o domínio de um sem-número de algoritmos.

Fica claro nos Parâmetros Curriculares Nacionais, a proposta de um currículo contextualizado e a prática da transdisciplinaridade. A Lei 9394/96 (LDB) diz:

Art. 36- O currículo do Ensino Médio observará o disposto na seção I deste capítulo e as seguintes diretrizes:

- i- destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, ... ;
- ii- ;

1º . Os conteúdos, as metodologias e as formas de avaliação serão organizados de tal forma que ao final do Ensino Médio o educando demonstre:

- i- domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna;

¹⁷ LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO NACIONAL. Dezembro de 1996.

.....

Os extratos da legislação destacam as partes que tratam em especial da formação tecnológica e da cidadania, isto é, onde se insere em particular o estudo de Matemática bem como a formação cidadã que esta disciplina pode proporcionar.

Nas décadas de 60 e 70 deu-se ao Ensino Médio um forte caráter de terminalidade, pois as políticas reinantes priorizavam a formação técnica urgente a fim de conduzir os processos de industrialização do momento.

Já na década de 90, as imensas mudanças criadas pela informatização, fizeram com que grande parte das informações produzidas a partir dessas novas tecnologias fosse constantemente superada, o que vem exigindo uma abordagem nova para os sistemas educacionais.

A Lei 9394/96 estabelece no Art 26 que o currículo deve ser por “uma base nacional comum” e ser complementada em cada região ou estabelecimento por “uma parte diversificada”.

A base nacional comum é fundamental como preservação da unidade nacional, bem como a preparação da base científica, indispensável ao indivíduo como profissional e ao progresso da nação.

A parte diversificada corresponde à identidade regional e local como forma de preservar a cultura e tradições. Lembrando D’Ambrósio este é um enfoque da etnomatemática.

Novamente destacamos as referências à Matemática pelas legislações educacionais quando os PCNEMs explicitam:

Enfim, a aprendizagem na área de Ciências da Natureza, **Matemática** e suas tecnologias indica a compreensão e a utilização dos conhecimentos científicos, para explicar o funcionamento do mundo, bem como planejar, executar as ações de intervenção na realidade. (Grifo nosso).

3. Educação Matemática, Conhecimentos E Saberes.

A discussão sobre o conhecimento é algo presente em todos os sistemas filosóficos. É evidente que o mesmo se dá nos sistemas educacionais.

Parece difícil definir como o indivíduo adquire o conhecimento, se é inerente ao indivíduo ou é despertado pelas suas experiências. Afirma Ambrósio¹⁸:

O conhecimento é algo gerado, organizado e difundido e é difícil negar que essas três fases de sua elaboração não podem ser estudadas separadamente. O conhecimento, nessas três fases, mostra várias dimensões: sensorial, intuitiva, emocional, racional, que igualmente não podem ser separadas. Este é o princípio holístico que orienta minhas reflexões sobre o conhecimento.

O conhecimento já foi estudado do ponto de vista puramente racional, identificando-se a inteligência como a aquisição de conhecimento e atribuindo-se grande valor ao QI (quociente de inteligência). Atualmente é moda falar em inteligência emocional, e possivelmente será criado o QE (quociente emocional). Está em voga também a teoria das inteligências múltiplas.

Todos esses tratamentos cometem o erro de focar cada uma dessas dimensões isoladamente. A complexidade do problema do conhecimento decorre do fato de que é impossível separar essas várias dimensões.

Citando Ambrósio¹⁹: o processo de aquisição do conhecimento é, portanto, essa relação dialética saber/fazer, impulsionado pela consciência, e se realiza em várias dimensões.

Ou seja, a consciência é que impulsiona a ação do indivíduo objetivando a sua sobrevivência e transcendência. O ciclo saber/fazer significa que o homem faz porque sabe e sabe por estar fazendo. O conhecimento é o gerador do saber, que é decisivo para a ação, e portanto, no comportamento, no fazer é que se avalia e se reconstrói o conhecimento.

Enfim, conhecimento é a essência da ação comportamental do indivíduo diante da realidade em que vive.

Conhecimento matemático é a capacidade ou possibilidade que o indivíduo tem para fazer associações.

¹⁸ AMBRÓSIO, Ubiratan D. *Educação para uma Sociedade em Transição*. São Paulo. Papirus, 1999, p. 56.

¹⁹ AMBRÓSIO, 1996, op. cit. p. 21.

E que os conhecimentos de Matemática constituem-se em apropriações que o indivíduo faz da teoria contida na Matemática.

Segundo Attico Chassot:

Conhecimento científico é aquele que detém um estatuto socialmente privilegiado, até porque é ele – e só ele – que usualmente é considerado como ciência, mesmo que, ao buscarmos as origens desta, cheguemos aos conhecimentos que hoje têm o rótulo de saber popular. Assim, na magnífica história da construção do conhecimento, podemos colocar a descoberta realizada por um ancestral nosso – mais próximo do macaco do que do homem – que, com uma vara, pôde alcançar um fruto mais alto em uma árvore. Eis uma das primeiras conquistas relacionadas à Ciência.²⁰

Pode-se afirmar que conhecimento científico – a grande ciência – é o aprimoramento do conhecimento popular – a pequena ciência. É a formalização em conceitos, regras, leis científicas do que em algum momento histórico foi conhecimento popular.

Conhecimento também é fonte de discriminação social. A sociedade valoriza, respeita, enfim, privilegia aquele que detém algum título acadêmico; e este privilégio é diretamente proporcional ao volume cultural exibido pelo indivíduo.

A Escola é uma intermediadora entre a Academia e a Sociedade. Transmite o saber científico ou acadêmico daquela, que o detém, a esta, possuidora do saber popular.

Desde épocas remotas, a Matemática é uma disciplina de destaque na quase totalidade dos sistemas educacionais. E tem sido uma forma de pensamento estável em todas as civilizações. Observa-se que enquanto nenhuma religião se universalizou, nenhuma forma de governo nem culinária e nenhuma língua se universalizaram, a Matemática se universalizou.

A mesma Matemática é utilizada em toda a civilização humana, e de Platão aos dias de hoje, essa capacidade de utilizar a Matemática tem sido um sistema para selecionar lideranças em geral.

²⁰ CHASSOT, Attico. *Saber científico, saber escolar, saber popular*. In PRESENÇA PEDAGÓGICA. Belo Horizonte. MG: Dimensão. V. 2. n. 11. p. 81-84. Set./out. 1996.

As mudanças criadas em decorrência do surgimento de tecnologias exigem dos novos profissionais, capacidade de execução de atividades cada vez mais sofisticadas, capacidade de operar novas máquinas e equipamentos, compreender e assimilar o funcionamento de novos e sofisticados sistemas operacionais.

Uma reestruturação dos conhecimentos de Matemática precisa ser determinada. E uma redefinição de currículo em Educação Matemática para o Ensino Médio também. Estes serão objeto de análise no próximo capítulo.

4. Educação Matemática no Currículo do Ensino Médio.

As novas interpretações dos fatos econômicos e naturais do pensamento europeu, a partir do século XVI, instituíram novas metas para a educação. Um grande objetivo era criar uma escola acessível a todos. Efetivamente, esta política só veio a ter significado concreto depois da Segunda Guerra Mundial.

Durante todo o século XX, o ensino de Matemática tem sido motivo de estudos e críticas. Basta ver a quantidade significativa de congressos, simpósios e encontros realizados sobre o tema realizados em diversas partes do mundo.

Nessas reuniões discutem-se os vários aspectos da Educação Matemática, quais sejam, de ordem conteudista, de ordem metodológica, de ordem filosófica ou política.

Diversos currículos foram e continuam sendo propostos, discutidos e estabelecidos a fim de constituírem, em cada momento, em cada situação a coluna dorsal de algum sistema educacional.

O desaparecimento de fronteiras geopolíticas dos países – criando estados-nações aproximando o intercâmbio cultural no interior de blocos econômicos como MERCOSUL, ALCA, NAFTA – vem criar novas realidades na sala de aula – o multiculturalismo. Esta revolução nas estruturas sociais resultam de uma nova ordem político-internacional característica desse tempo. Em todas as áreas das atividades humanas estão ocorrendo mudanças sensíveis, nascendo com isto a necessidade de uma redefinição dos conceitos de eficiência e de qualificação e, em última análise, a necessidade de uma redefinição de educação.

Lembrando Lauro de Oliveira Lima²¹:

²¹LIMA, Lauro de Oliveira. *Para que servem as escolas?* Petrópolis. RJ: Vozes. 1995, p.181.

... A velocidade de mudança de conhecimento e a obsolescência freqüentes de habilidades, no mundo atual, são fenômenos que abalam todas as velhas noções de “cultura”- um diploma, hoje, não tem validade por mais de cinco a dez anos.

Propostas de ordem oficial ganharam lugar nos últimos anos com a aprovação, em 1996, da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, o que trouxe como consequência a elaboração em 1998 das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM), e em 1999, dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM).

É necessário, então, que *a linha de frente* da área educacional, isto é, os professores, que são na realidade os executores de um sistema educacional, assumam uma postura correspondente à sua responsabilidade profissional. Mais especificamente, os professores de Matemática têm a obrigação de ocupar o seu espaço nesse meio e aplicar a observação de Krulik:

Esta é a grande oportunidade da Matemática: Matemática é o único assunto na escola secundária em que o professor pode propor e os estudantes podem resolver problemas em nível científico. Isso acontece porque a Matemática é muito mais simples do que as outras ciências. Por causa dessa simplicidade, o indivíduo, exatamente como a raça humana, pode chegar muito antes a uma visão clara na matemática do que em outras ciências. Cabe lembrar que, no tempo de Euclides, a Matemática era uma ciência altamente desenvolvida com critérios não essencialmente inferiores aos de hoje, ao passo que, por exemplo, a biologia e a medicina mal passavam de um monte de erros com raras boas observações espalhadas no meio das tolices.²²

Percebe-se aí que o professor de Matemática no Ensino Médio tem nas mãos um equipamento do mais alto nível para a formação científica do cidadão. Isto significa uma oportunidade, e acima de tudo uma imensa responsabilidade. A nota referi-

²² KRULIK, Stephen e REYS, Robert E. (Org.) *A resolução de problemas na matemática escolar*. Trad. Hygino Domingues & Olga Corbo. São Paulo: Atual 1998. p. 2-3.

da já é razão suficiente para a inclusão da Matemática no currículo do Ensino Médio não apenas como mais uma disciplina, mas como uma disciplina especial.

Existem ainda atualmente, e cada vez mais, discussões em torno de como se criar um currículo para determinado nível escolar e, em particular, como determinar um currículo de Matemática para o Ensino Médio. Ademais, não se tem a certeza do melhor caminho ou do melhor conjunto de conteúdos, enfim, de qual é o mais eficiente método de trabalho para se atingir o objetivo final que é a educação do indivíduo. Nesse caso, “Que vale a pena saber?”. Postman²³:

Vamos supor que todos os programas de estudos, currículos e compêndios escolares levaram sumiço. Suponhamos, ainda, que todos os exames padronizados e unificados – metropolitanos, estaduais e nacionais – se perderam. Por outras palavras, suponhamos que os mais comuns materiais que impedem a inovação nas escolas não existem. Suponhamos então, que o leitor decide converter essa “catástrofe” numa oportunidade para incrementar a relevância das escolas. Que, nesse caso, faria?

Deve-se observar que esta nota foi tirada de um livro escrito na sua primeira edição em 1968 (a terceira edição foi impressa no Brasil em 1974) e mostra uma situação atual. A resposta à pergunta é perseguida nas exposições em toda a extensão desse trabalho.

Currículo deve ser entendido não apenas como um elenco de disciplinas isoladas, mas sim como a tríade: *objetivos, conteúdos e métodos*.

Artigo da edição especial para jovens – Veja em 26 de setembro de 2001:

... Em vez de longas fórmulas para decorar, problemas que envolvam áreas distintas do conhecimento e fontes diversas como livros, internet, colegas. Em vez do mecânico, o lúdico. Em vez do teórico, o prático contido numa música de Chico Buarque de Holanda, num poema de Drumond, em textos de jornais e revistas, em filmes. O aluno estimulado, se transformará num pesquisador ávido. São maiores as chances de que venha ler Machado de Assis, por sentir-se seduzido pelo prazer

²³ POSTMAN, Neil e WEINGARTNER, Charles. *Contestação – Nova Fórmula de Ensino*. Trad. Álvaro Cabral. 3 ed. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 1974, p. 77.

da leitura, e não porque foi obrigado. Só percebiam que o adolescente não gosta de conselho, gosta de amizade, de ternura. Isso não significa que o professor não possa ter um script. Pode. Mas ele deve portar-se como se estivesse no teatro, onde o andamento da peça sofre influências do espectador. Não como no cinema, que despreza a audiência. (Grifo nosso).²⁴

É necessário que a educação seja feita com qualidade, isto é, o profissional da educação tem a obrigação de executar seu trabalho com conhecimento de causa, utilizando o que há de melhor em metodologia e tecnologia relativo à sua área.

O estudante tem hoje, em sua casa, todo tipo de informação, pelos atuais meios de comunicação de massa. O professor é obrigado a levar isto em conta, caso contrário ficará atrás do aluno, e suas aulas monótonas, descontextualizadas da história não produzirão o efeito desejado. A escola tem a obrigação de apresentar um currículo moderno, dinâmico, um currículo de hoje para enfrentar a realidade de hoje, e acima de tudo, um currículo maleável, um currículo que permita atualização constante sem cair na falta de objetividade.

Lauro de Oliveira Lima observa:

*Só agora compreende-se que a função da escola não é “ensinar” (“transmitir a experiência”), mas estimular o desenvolvimento mental (aquisição de estruturas de reversibilidade, transitividade, recursividade, reciprocidade das relações, inclusão de classes, conservação dos conjuntos, abstração empírica e lógico-matemática, etc., etc., etc., mecanismos operatórios que não podem ser chamados propriamente de “conhecimentos”). Os fracassos escolares (o vestibular, por exemplo) não têm nada a ver com o essencial da ação educativa! ...*²⁵

Por outro lado, o dinamismo da vida atual e a velocidade do desenvolvimento decorrente da descoberta de novas tecnologias cobram do cidadão uma capacidade de adaptação a situações muitas vezes inusitadas. A realidade exige que a instituição escolar reveja as filosofias e metodologias de sua prática educacional. De tal

²⁴ CHALITA, Gabriel. *A didática tem de ser diferente*. In VEJA, edição especial: JOVENS. São Paulo: Abril, n. 38, p. 61, set. 2001.

²⁵ LIMA, Lauro de Oliveira, op. cit. p. 163.

forma, que é oportuna a máxima do professor Reginaldo N. S. Lima: "Deve-se educar para o imprevisto".

*O mundo em que vivemos tem extrema mutabilidade e, nele, a única certeza é a incerteza, a única constância é a inconstância, e a única permanência é a impermanência. Assim sendo, é impossível prever em que tipo de mundo, no futuro, nosso aluno viverá. Não seria insanidade, então oferecer-lhe, em Matemática, respostas de ontem para o mundo de amanhã? Não seria insanidade maior condicioná-lo nestas respostas?*²⁶

É um fato sem contestação. O atual aluno será o profissional do futuro. Veja-se então a situação do educador, da instituição escolar: deve preparar o profissional, o cidadão *para não se sabe o quê* (!), já que "é impossível prever em que tipo de mundo, no futuro, nosso aluno viverá". Assim, o sistema educacional deve preparar o cidadão para o imprevisto!

O educador Lauro de Oliveira Lima também é da mesma opinião:

*... Além disso, a "educação pela inteligência" **volta-se para o futuro**. Na "educação pela inteligência" não se ensina ... porque ninguém sabe como será o futuro! Numa "escola pela inteligência", o que já foi descoberto, as maneiras corriqueiras do fazer, o conhecimento nos livros ... são apenas pontos de partida para se inventar novas maneiras e para se descobrir o que ainda se ignora. a vida é **permanente processo de invenção**. (Grifos nossos).*²⁷

O sistema educacional deverá oferecer uma educação que dê ao cidadão condições de resolver problemas, de ser criativo, crítico, original, em suma, de ter a capacidade de perceber as várias nuances de situações novas originadas disso que se chama *progresso*.

²⁶ LIMA, Reginaldo N. de Souza, VILA, Maria do Carmo e GAZIRE, Eliane Scheid. *Matematizando – Guia curricular de Matemática*. Belo Horizonte: Dimensão. 1992.

²⁷ LIMA, Lauro de Oliveira, op. cit. 184.

É preciso cultivar nos alunos a criatividade e a responsabilidade de que é necessário serem cidadãos ao mesmo tempo atores e criadores na sociedade futura – a sociedade que estarão construindo.

A comissão responsável pelo relatório Delors²⁸ afirmou:

Nos países onde falta um ensino científico de qualidade, em nível secundário, o desenvolvimento da capacidade científica nacional fica comprometido e é preciso urgentemente cuidar deste problema, recorrendo a meios do próprio País ou à cooperação regional.

Normalmente, é durante o Ensino Médio que o jovem escolhe seu caminho de entrada na vida adulta e no mundo do trabalho. Então qualquer reforma nessa área deverá ter como objetivo diversificar a estrutura do ensino e preocupar-se mais, não apenas com os conteúdos mas também com a preparação para a vida ativa. O relatório Delors²⁹ observou também oportunamente:

A dedicação e a competência do corpo docente, tanto como o conteúdo dos programas, determinam a qualidade e a pertinência da educação; a reforma dos programas será estéril, sem a participação e o pleno e integral apoio dos professores.

O professor de Matemática – como de resto todos os professores –, ao ensinar exerce a função educadora, por isso, não pode se furtar da sua responsabilidade diante do ser e do vir-a-ser do aluno. Dessa forma, é preciso que reflita sobre as escolhas que faz em relação ao mundo que apresenta ao estudante. Sejam essas escolhas relativas ao conteúdo de Matemática ou relativas à sua visão ou postura que assume ao ensinar.

Outra característica da Matemática diz respeito ao seu método. Qual o significado, no conhecimento matemático, diga-se, dos axiomas, dos termos indefinidos, ou por que o raciocínio da Matemática é especialmente dedutivo?

E o professor de Matemática, além de ter de se preocupar com questões de ordem epistemológica, precisa também pensar nas razões pelas quais se deva ensi-

²⁸ DELORS, Jacques. (Org). *Educação: um tesouro a descobrir*. 5. ed. São Paulo: Cortez, Brasília, DF: MEC: UNESCO, 2201. p. 138-139.

²⁹ DELORS, idem, p. 136.

nar Matemática. Então é necessário estar ciente da razão porque a Matemática faz parte do currículo de determinado curso.

Outras questões fundamentais justificam a presença da Matemática nos currículos. É preciso que o professor saiba explicar se a Matemática está presente no raciocínio das outras ciências em virtude da sua forma de raciocinar, ou porque é apenas uma ferramenta para elas.

O primeiro caso consiste no valor intrínseco da Matemática, sob o aspecto de modo de raciocinar, de inferir, de generalizar, de abstrair, de concluir. O segundo fato mostra o valor que a Matemática tem pela sua aplicação nas outras ciências e no desenvolvimento da tecnologia.

5. A Educação Matemática no Ensino Médio de Formiga.

Esta pesquisa foi realizada em 2001, com 280 da rede pública e 100 da rede particular. Cerca de 15% do universo estudado. Eram alunos da 3ª série do Ensino Médio (80%), e o restante eram alunos da 2ª série. Mais de 95% dos entrevistados pertencia à faixa etária de 16 a 18 anos. Eram alunos oriundos das classes socioeconômicas de baixa renda: menos de 20% das famílias com renda superior a cinco salários mínimos, e predominância de famílias com renda até dois salários mínimos.

Os alunos responderam a três perguntas, visando mostrar sua relação com a Matemática. Cada resposta deveria ser justificada. São elas:

1-Você tem dificuldade em aprender Matemática? Por quê?

2-Você gosta de matemática? Por quê?

3-Você acha que a Matemática escolar é útil às pessoas? Por quê?

As respostas às questões, e as justificativas, deveriam ser respondidas livremente com uma descrição dada pelos alunos, isto é, não foram conduzidas. A tabulação das respostas foi feita agrupando as respostas em SIM, NÃO, ÀS VEZES. E as justificativas foram agrupadas segundo as semelhanças das opiniões emitidas.

Os resultados constam da tabela abaixo.

A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NO ENSINO MÉDIO DE FORMIGA-MG (Pesquisa respondida por cerca de 380 alunos do Ensino Médio)								
QUES- TÕES	O P Ç Õ E S			J U S T I F I C A T I V A S				
1	SIM 43%	NÃ O 29%	ÀS VE- ZES 28%	Mate- mática é difícil 39%	Depende do professor 22%	Matemá- tica É fácil 16%	Pré- requisitos 12%	Ou- tros/Não respon- deu 11%
2	SIM 60%	NÃ O 26%	ÀS VE- ZES 14%	Dá prazer 37%	É difícil 23	É útil 20%	Depende do pro- fessor 11%	Ou- tros/Não respon- deu 9%
3	SIM 54%	NÃ O 14%	ÀS VE- ZES 32%	Muito Útil 38%	Útil 26%	Só se for fazer curso superior 24%	Não sabe onde u- sar 9%	Ou- tros/Não respon- deu 3%

As respostas a estas duas primeiras perguntas:

1-Você tem dificuldade em Matemática? Por quê?

2-Você gosta de Matemática? Por quê?

e as justificativas permitem algumas conclusões:

- i- as respostas diretas atestam que apesar da maioria (71%) dos alunos encontrar alguma dificuldade em aprender Matemática, em compensação, praticamente três quartos (74%) dos alunos gostam ou às vezes gostam dessa disciplina. Evidentemente este fato é muito importante e deve ser explorado.
- ii- As justificativas dizem que 39% dos alunos consideram a Matemática difícil, porém 16% consideram-na fácil, e 22% dizem que tais dificuldades dependem do professor. Alguns não justificaram suas respostas.

iii- 37% dos alunos têm prazer em estudar Matemática, 20% acham-na útil, e 11% acham que o gosto por Matemática depende do professor. Apenas 23% dos alunos dizem não gostar de Matemática, e 9% não responderam ou apresentaram outras razões.

A terceira pergunta demonstra que 86% dos alunos creditam utilidade à Matemática: 38% deles acham que a Matemática é muito útil e 26% acham-na útil. Apenas 14% não vêem utilidade na Matemática escolar. Outros 24% vêem utilidade na Matemática apenas para quem vai fazer algum outro curso que tenha aplicação dessa disciplina. Os 12% restantes não responderam ou deram outras respostas. O enfoque de exemplos que mostrem situações reais da vida dos alunos e da comunidade em geral, é uma boa atitude do professor.

A pesquisa realizada mostra aspectos muito positivos e também uma situação paradoxal: ao mesmo tempo em que se tem um fraco aproveitamento da aprendizagem real de Matemática (veja-se os resultados de vestibulares, concursos, avaliações oficiais), há uma expectativa positiva em relação à Matemática por parte dos alunos, quando um percentual elevado dessa categoria diz gostar de Matemática e até que sente prazer em estudar esta disciplina.

Praticamente três quartos dos alunos (60%+14%) estão dispostos a estudar Matemática com prazer. É um percentual significativo.

Por outro lado, 29% dos alunos dizem não ter dificuldade em aprender Matemática, e 28% têm dificuldade às vezes; 22% dizem que as dificuldades – e em consequência, as facilidades de aprender Matemática são creditadas aos professores. Pode-se inferir desses dados que a expectativa por parte dos alunos em relação à aprendizagem de Matemática no Ensino Médio é muito boa.

Na verdade, as dificuldades do ensino-aprendizagem de Matemática são de âmbito mundial, como atesta GÉRARD VERGNAUD em entrevista ao jornal *Zero Hora* de Porto Alegre em out/2001 (Vergnaud é diretor de pesquisa do Centro Nacional de Pesquisa Científica da França, e um dos maiores especialistas em educação do planeta). Sobre as dificuldades do ensino de Matemática, respondeu: *“Ocorre praticamente em todos os países, é um problema mundial. Onde o nível dos professores é mais elevado, o ensino é melhor. Mas, mesmo nos Estados Unidos, por exemplo, o nível dos educadores não é tão bom assim”*.

A facilitação da aprendizagem de Matemática certamente será aumentada com a adoção de uma metodologia que exponha com maior frequência a contextualização dos conteúdos matemáticos, associando-os a situações reais da vida dos alunos. Além disso, o uso das tecnologias disponíveis a serviço da Educação Matemática, como o computador, deverá propiciar melhor aprendizagem, quer pelos diversos recursos que tal tecnologia pode oferecer quer pela atração que exerce sobre o adolescente.

Porém, por melhor que seja o aparato tecnológico utilizado, a presença do professor é indispensável na educação do jovem.

Considerações Finais e Conclusões.

É indispensável dizer da importância, da necessidade, enfim de quanto é fundamental a um povo dispor de um eficiente sistema educacional; e, em consequência da impossibilidade de emancipação de uma comunidade, de um povo sem um eficiente sistema educacional.

A este respeito escreveu o responsável pela coluna “Ponto de Vista” da revista *Veja*, Cláudio de Moura Castro³⁰:

O fenômeno mais espantoso do milagre econômico brasileiro nos anos 70 foi o crescimento sem educação. Acabou essa mágica. Quem cria emprego é crescimento. Quem permite crescimento é produtividade e competitividade. E sem boa educação não há nenhum dos dois.

A qualidade de vida de um povo é uma consequência da qualidade da sua educação. que se faz no presente.

E além disso, o presente é resultado do que se fez no passado e o futuro é o resultado do que se fizer no presente. É necessário lembrar de que qualquer ação e recomendação que se faça hoje só surtirá efeito daqui a dois ou três anos, e em se tratando da formação de professores só estará em prática, na sala de aula, em mais de dez anos. O que hoje é velho e obsoleto, será então não apenas velho, mas ar-

³⁰ CASTRO, Cláudio de Moura. Ponto de Vista: A educação é o combustível do crescimento no Brasil. In *Veja*, São Paulo: Abril, ano 33, n° 27, p. 196-199. Dez.2000.

caico e inútil no futuro. E o mundo em que os jovens estarão vivendo terá realidades diversas das de hoje. Obviamente a rejeição à escola, que hoje é grande, será ainda maior.

Os currículos devem ser abertos ao novo. Deve-se praticar uma “educação para o futuro”, como diz Lauro de Oliveira Lima. Ou no dizer do professor Reginaldo N. S. Lima, “deve-se educar para o imprevisito” pois “não sabemos em que mundo nosso aluno viverá”.

Ou seja, deve-se oferecer uma educação que permita a liberdade de idéias e estimule a criatividade.

A pesquisa aqui desenvolvida trouxe informações que devem ser levadas em conta no trabalho do professor de Matemática, e ele não pode se furtar à sua quota de responsabilidade nesse processo. São mostrados pontos nos quais o professor de Matemática do Ensino Médio pode e deve se apoiar a fim de alcançar maior produtividade com seus alunos:

- Ponto 1. **Empatia com a Matemática** – o aluno do Ensino Médio gosta de Matemática (74%). Este fato facilita sobremaneira o trabalho do professor.
- Ponto 2. **Dificuldade em Matemática** – Para mais de um quinto dos alunos (22%) a dificuldade em aprender Matemática depende do professor. Então a minimização deste percentual está na habilidade do professor.
- Ponto 3. **Utilidade da Matemática** - o aluno do Ensino Médio considera a Matemática útil (86% dos entrevistados). A constatação desta verdade permite ao professor desenvolver seu trabalho com mais facilidade.

Que o professor se conscientize de que a teoria ilumina a prática, formaliza a prática, permite estruturar a prática. Portanto, o professor deve ter condição de tematizar a prática.

Devem então, escola e professor, utilizar-se de todos os meios disponíveis – metodologias e tecnologias – e investir na motivação dos alunos para que tenham uma aprendizagem eficiente.

Sem sonhos, sem utopias, sem discursos demagógicos, os quatro pilares da educação para o século XXI propostos pelo relatório Delors³¹ constituem, na atualidade, uma grande esperança para a educação:

Aprender a aprender.

Aprender a fazer.

Aprender a viver e a conviver.

Aprender a ser.

Concluindo, este pesquisador pensa mesmo que a grande ação pedagógica está na aplicação em sala de aula do conteúdo descrito na epigrafe deste trabalho:

“Estou persuadido de que se me houvessem ensinado, desde minha mocidade, todas as verdades das quais, depois, procurei as demonstrações, e não tivesse tido eu nenhum trabalho em aprendê-las, nunca teria talvez adquirido o hábito e a facilidade, que penso possuir, de encontrá-las sempre novas à medida que me dedico a procurá-las”.

René Descartes.

Bibliografia

AMBRÓSIO, Ubiratan D. **Etnomatemática: arte ou técnica de explicar**. 2. ed. São Paulo: Editora Ática, 1993.

_____. **Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática**. 2.ed. Campinas: Summus, 1986.

_____. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001. (Coleção Tendências em Educação Matemática).

_____. **Educação Matemática: da teoria à prática**. 6. ed. Campinas: Papirus, 1996.

_____. **Educação Para uma Sociedade em Transição**. Campinas, SP: Papirus, 1999.

³¹ DELORS, op. cit.

_____. **Transdisciplinaridade**. São Paulo: Palas Athena, 1997.

BIEMBENGUT, Maria Salett & HEIN, Nelson. **Modelagem Matemática no Ensino**. São Paulo: Contexto, 2000.

BRUNER, Jerome. **Atos de Significação**. Trad. Sandra Costa. Porto Alegre. Artes Médicas, 1997.

CARRAHER, Terezinha N. et al. **Na vida dez na escola zero**. 10 ed. São Paulo: Cortez, 1995.

CHASSOT, Attico. **Saber científico, saber escolar, saber popular**. In PRESENÇA PEDAGÓGICA. Belo Horizonte, MG: Dimensão. v. 2. n. 11, p. 81-84. Set/out, 1996.

COLL, Cezar. **Psicologia e currículo**. São Paulo: Ática, 1996.

DAVIS Phillip J. & HERS, Reuben. **A Experiência Matemática**; trad. João Bosco Pitombeira 4. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1989.

DELORS, Jacques (org.). **Educação: um tesouro a descobrir**. 5. ed. São Paulo. Cortez. Brasília. DF. MEC. UNESCO, 2001.

DESCARTES, René. **Discurso do Método**. Trad. João Cruz Costa. Rio de Janeiro: Ediouro, s. d.

EVES, Howard. **Introdução à História da Matemática**; trad. Hygino H. Domingues. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 1995.

KLINE, Morris. **O fracasso da matemática moderna**. São Paulo: IBRASA, 1976.

KRULIK, Stephen e REYS, Robert E. (Org.). **A resolução de Problemas na Matemática Escolar**. Trad. Hygino domingues & Olga Corbo. São Paulo: Atual, 1988. p. 2-3.

LIMA, Lauro de Oliveira. **Para que Servem as Escolas?**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.

_____, Reginaldo N. de Souza, VILA, Maria do Carmo e GAZIRE, Eliane Scheid. **Matematizando-Guia Curricular de Matemática**. Belo Horizonte: publicação avulsa, 1992.

MORIN, Edgar. **Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro**; trad. Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya. São Paulo: Cortez. Brasília, DF: UNESCO, 2000.

POLYA, G. **A Arte de Resolver Problemas**. Trad. Heitor Lisboa de Araújo. Rio de Janeiro: Interciência, 1978.

POSTMAN, Neil e WEINGARTNER, Charles. **Contestação – nova fórmula de ensino**. 3. ed. Trad. Álvaro Cabral. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 1974.

STRUICK, Dirk J. **História Concisa das Matemáticas**. Trad. João Cosme Santos Guerreiro. 2. ed. Lisboa: Gradiva, 1992.

SZTAIN, Paola. ORTIGÃO, M. I. Ramalho e PITOMBEIRA, João. **E agora, o que fazer sem os conjuntos?** In PRESENÇA PEDAGÓGICA, Belo Horizonte, MG: Editora Dimensão. V. 6, n. 34. p. 37-47. Jul/ag de 2000.

JORNAL Minas Gerais. **Escola Sagarana**. Belo Horizonte. 38p. Ago. 2001. Suplemento Especial.

ALVES, Rubem. **Qualidade em Educação**. In Folha de São Paulo. São Paulo. 03/07/97. Caderno Mais. p. 18.

CASTRO, Cláudio de Moura. **Ponto de Vista: a educação é o combustível do Brasil.** In VEJA. São Paulo: Abril, ano 33, n. 27, p. 196-199. Dez. 2000.

CHALITA, Gabriel. **A Didática Tem de ser Diferente.** In VEJA edição especial: JOVENS. São Paulo: abril, n. 38, p. 61. set. 2001.

VERGNAUD, Gérard. In JORNAL Zero Hora. Porto Alegre. Out/2001.

BRASIL, Ministério da Educação, **Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio.** Brasília. Ministério da Educação. 1999.

BRASIL, Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil.** Brasília, DF: Senado, 1988.

LEI de Diretrizes e Bases da Educação Nacional: Lei 9394/1997.

--

RESUMO

Para alguns estudiosos , a estatística é uma arte, para outros, a estatística é a simples aplicação de bom senso. Em qualquer caso, a estatística ajuda a tomar decisões com informações incompletas. Nem sempre é possível compreender o significado dos dados disponíveis por simples inspeção de seus valores numéricos. Entretanto, o sucesso da decisão dependerá da habilidade em compreender as informações contidas nesses dados lançando mão de métodos que permitam extrair dos dados as informações necessárias para compreender o que representam.

A idéia de trabalhar com estatística no ensino médio surgiu da necessidade de observar qual o envolvimento dos alunos em contextos de trabalho da vida diária, em ambiente de aprendizagem que faz uso do computador, e de que forma o computador pode auxiliar o desenvolvimento de conceitos básicos de Estatística.

A proposta de uma pesquisa e o trabalho realizado no Microsoft Excel foi passada aos alunos, os alunos se mostraram bastante interessados a princípio por se tratar de novas experiências de aprendizagem e a possibilidade do uso do computador aos quais os mesmos não têm contato na escola. O trabalho baseou-se em uma pesquisa em que os alunos tiveram participação desde a coleta dos dados até o tratamento das informações.

¹ - FCH Pedro Leopoldo

0204CC UM NOVO TEXTO DIDÁTICO, UM NOVO PROFESSOR, UMA NOVA AULA DE MATEMÁTICA

**Iêda do Carmo Vaz
Maria Clara Resende Frota¹**

RESUMO

Este trabalho discute as características do novo texto didático e do novo professor de matemática, como resposta a propostas curriculares, que visam a um rompimento com uma estrutura linear de construção do conhecimento, passando a assumir como característica fundamental a recursividade dessa construção. Dialoga-se com teóricos de currículo, a partir dos quais se analisa uma obra didática do ensino de matemática de 5^a à 8^a séries, do ensino fundamental, tendo como parâmetro a recursividade. A análise procedida evidencia o fato que o novo texto, não faz a nova aula: há necessidade de mudança da postura do professor frente às novas propostas curriculares, do rompimento com antigos paradigmas e do desenvolvimento de aulas mais dialogadas. O desafio posto é essencialmente de um novo professor, compromissado em fazer educação matemática e, através do qual, poderá ser posto em ação um novo currículo.

Palavras-chave: texto didático de matemática; currículo de matemática; papel do professor de matemática.

¹ Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Introdução

O tratamento dado ao ensino da Matemática durante décadas esteve sedimentado em estruturas lineares e hierarquizadas segundo a complexidade. O trabalho desenvolvido pelos professores manteve-se preso aos conteúdos sem explorá-los em contextos mais amplos. O aluno aprendeu a Matemática pela Matemática, sem nenhum significado contextual.

Assistiu-se recentemente no Brasil a um debate curricular que evidenciou, a partir da década de 1990, uma rejeição à pedagogia dos conteúdos e conduziu à elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais, por volta da metade da mesma década. O movimento gerou reações calorosas por parte da comunidade de pesquisadores do país, representada, em sua maioria por educadores associados à ANPEd (Associação Nacional de Pesquisadores em Educação), que se manifestou contrariamente aos mecanismos de controle da escola pública, por parte do governo, embutidos em tais propostas (MOREIRA, 1998).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais enfatizam um ensino voltado para o desenvolvimento de competências e habilidades. Esses dois termos já fazem parte do discurso dos professores, mesmo que seu significado não seja estabelecido em alguns dos documentos oficiais, conforme destaca Frota (2002). A mesma pesquisadora destaca o fato que o conceito de competência, inspirado em Perrenoud (2000) é polêmico.

Entretanto o maior problema a se enfrentar seja, talvez, o que a pesquisadora acentua:

Um ensino tradicional, pensado em termos de conteúdos disciplinares, espelhou, ao longo dos anos, uma concepção de aprendizagem como “acumular conteúdos”. Ao se pensar o ensino e o currículo em termos de competências e habilidades corre-se, talvez o risco de, novamente adotar uma concepção restrita do que é aprendizagem, onde “acumular conteúdos” é apenas substituído por “acumular habilidades” (FROTA, 2002, p11).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) são apresentados como diretrizes para uma nova prática pedagógica, que busca levar em conta a multiplicidade etnosociocultural existente no Brasil e, por isto, preocupada em adequar a educação à cada realidade distinta. Oficializa-se um discurso que indica

uma organização curricular, que aponta competências globais e específicas por áreas.

Em particular pretende-se uma nova estrutura curricular da matemática, que respeite o desenvolvimento cognitivo do aluno e, assim, torne prazeroso e natural o seu aprendizado. Essa nova proposta traduz a necessidade de trabalhar com exemplos e questões cotidianas, familiares ao aluno, nos quais se apliquem os conceitos matemáticos. Assim, a aprendizagem é facilitada, pois esse redimensionamento curricular proporciona ao aluno o surgimento de novos tempos de aprendizagem, que devem ser gerenciados pelo professor.

Esse trabalho faz inicialmente uma interlocução teórica acerca desse novo currículo. A seguir é feita uma análise de um novo texto didático, a partir sobretudo do parâmetro da recursividade. Finalmente apontam-se características do novo professor e da nova aula de matemática, que o novo currículo exige na medida em que é colocado em ação, através de um novo texto.

Um novo currículo

Um currículo de Matemática em que os assuntos são tratados de modo fragmentado apresenta uma estrutura que inviabiliza estabelecer relações entre os diversos conteúdos, impossibilitando que o aluno faça especulações e construa, posteriormente, generalizações.

Uma nova construção curricular exige retomar conteúdos antes ensinados para, desta forma, solidificar e ampliar os conceitos, apresentando, também, uma grande flexibilidade na ordenação dos conteúdos, permitindo assim que se dê à Matemática um novo tratamento e um novo olhar.

Este currículo é inspirado na hélice cônica desenvolvida por Piaget, que buscou responder em seus estudos questões relativas ao conhecimento: como os conhecimentos se formam, como se ampliam e como se dá a passagem de um estado de menor conhecimento para o de maior conhecimento (Coutinho e Moreira, 1998). Nessa nova estruturação curricular, resgata-se um conhecimento anterior, perpassando-se por conteúdos já trabalhados, acrescentando àquele antigo, novos entes, que possibilitarão ao educando estabelecer novas relações, com o objetivo de ampliar as capacidades de síntese e generalizações.

A Teoria Psicogenética de Jean Piaget aborda o desenvolvimento cognitivo através de um sistema de transformações contínuas que

comportam uma história e uma evolução das funções psicológicas que geram mudanças na capacidade de interação com o meio. Esse processo-genético de desenvolvimento tem como ponto de partida uma estrutura já construída e que, segundo Piaget, se caracteriza por ser um conjunto de elementos tais que cada um depende dos outros e só pode ser o que é pela e em sua relação com os demais elementos.(COUTINHO E MOREIRA,1998, p. 78)

Este redimensionamento curricular propicia ao aluno um tempo maior de amadurecimento em suas estruturas cognitivas, pois irá abordar, em diferentes momentos, conteúdos propostos dentro do programa da série em curso, que poderão também ser retomados na série seguinte, relacionando-se a novos conteúdos então propostos.

Esta nova estrutura curricular redimensiona valores, conceitos, estruturas de pensamento lógico, em busca de uma nova ordem para os conteúdos ensinados com o objetivo de ampliar as possibilidades de aprendizagem.

“Para Piaget, a inteligência é uma das formas que assumiu a adaptação do homem ao mundo exterior. Essa adaptação se dá de forma progressiva e resulta da equilibração majorante de estruturas, que vão se constituindo ao longo do desenvolvimento. Este pode ser representado pela forma espiralar onde uma estrutura é sempre base de uma outra que sucederá, bem como foi a ampliação de uma estrutura que a antecedeu. Desde que equilíbrio seja atingido num ponto, a estrutura é integrada num novo equilíbrio em formação, até chegar a um novo equilíbrio cada vez mais estável e aberto ao infinito.”(COUTINHO E MOREIRA, pág 83)

A questão central não é uma alteração dos conteúdos escolares a serem estudados, mas a forma de abordagem e o momento em que cada tópico deva ser trabalhado.

William Doll Jr (1997), professor da Universidade de Lousiana, acredita ser necessária uma transformação do currículo de um sistema fechado, que possui um ordenamento linear e sequencial utilizando-se de uma lógica pronta e pré – determinada, para um currículo como um sistema aberto, como uma rede assimétrica e fractal a ser construída à medida que se criam novos pontos que interagem, dando novos significados a conteúdos anteriormente estudados.

Segundo Doll (1997), para trabalhar com este currículo, deve-se desenvolver a capacidade de escolha e criação, é preciso se desprender das amarras conservadoras e pré-moldadas do que ele classifica como currículo moderno, passando de uma atitude passiva diante do conhecimento para uma atitude ativa de construção do próprio conhecimento. Desta forma, haverá um redimensionamento dos nossos métodos e práticas de ensino/aprendizagem e o professor assumirá uma postura questionadora diante do currículo, consciente, ao mesmo tempo, de que o que já foi construído não deve ser totalmente rejeitado e sim transformado.

Doll (1997) propõe que um currículo que ele chama de pós-moderno tenha como princípios os 4 R's : Riqueza, Recursão, Relações e Rigor.

A Riqueza de um currículo está diretamente ligada à sua profundidade: gerar momentos de discussões, que desencadearão novas interpretações. As situações cotidianas, a realidade de uma sociedade em construção irão gerar as perturbações e inquietudes necessárias para a efetiva riqueza desse currículo, que ganhará novos recortes e estruturas. Neste momento, a relação professor/aluno sofrerá uma transformação: o professor, até então detentor do saber e do poder, deverá abrir-se ao diálogo para auxiliar seus alunos na construção de novas estruturas de conhecimento, mais complexas, ampliadas e enriquecidas.

A linguagem deverá ser extremamente explorada, de forma dialógica, buscando dar ênfase à cultura trazida pelo educando e acrescentando novos entes a este universo.

A Recursividade estabelece novos significados, possibilita estabelecer uma “rede” de conhecimentos, à medida que conteúdos anteriormente estudados são retomados com vistas a sua ampliação.

Os conteúdos recebem um novo tratamento, acoplam novos conceitos, que serão entrelaçados aos antigos. Esta estrutura curricular estará sempre pronta para receber novos pontos, que, conectados aos já existentes, constituirão, aos poucos e recursivamente, uma teia de conhecimentos, cada vez mais rica.

É impossível pensar-se em deter este avanço. Tem-se uma nova estrutura curricular, o que denominamos de “currículo aberto”, cuja riqueza é incomensurável.

Ser recursivo, entretanto, não significa ser repetitivo. A repetição, mecanizada, nada acrescenta, enquanto a recursão visa a desenvolver a competência de aprimorar e combinar conhecimentos novos e antigos.

O currículo apontado por Doll (1997) é também Relacional. As relações curriculares podem ocorrer em dois âmbitos: dentro do próprio currículo, são as chamadas relações pedagógicas, e fora dele, as denominadas relações culturais.

Estão ligadas às relações pedagógicas, as conexões criadas dentro do currículo, que conduzem à profundidade pela recursão, conferindo a este currículo uma forma rica, criando novas possibilidades, para o aparecimento de situações geradoras, que irão desenvolver novas formas de aprendizagem.

As relações culturais estabelecem-se nas interpretações criadas e no diálogo que proporciona compartilhá-las. Desta forma, as diversas culturas se interagem, contextualizadas e ampliadas.

O Rigor, dentro de uma proposta curricular inovadora, que busca, a partir de sua riqueza, em sua forma recursiva, relacionar as estruturas pedagógicas com os aspectos culturais, é um princípio que busca assegurar que, ser transformativo, não significa recair num “relativismo extravagante”.

Dentro de uma estrutura onde a interpretação, o indeterminismo, e uma elaboração mental que “brinca com conceitos”, prevalecem “o rigor significa procurar intencionalmente diferentes alternativas, relações, conexões”.(Doll, 1997. p. 199)

Entende-se ser possível estabelecer uma sintonia, entre a proposta de um currículo pós-moderno de Doll (1997), Rico, Recursivo, Relacional e Rigoroso, e os estudos desenvolvidos por Pires (2000) que propõe uma estrutura curricular que privilegia a construção de conceitos a partir da resolução de problemas, envolvendo o mundo real.

A proposta de Pires busca estabelecer relações entre os conteúdos propostos, entendendo também ser necessário redimensioná-los, de maneira compatível com a realidade vivida pelo educando, sempre utilizando situações-problema como incentivo, na busca de novas estratégias de conexão de idéias.

Portanto, a análise de uma situação-problema leva o aluno a tecer uma rede em que podem ser observados os princípios que a caracterizam, ou seja, de metamorfose (quando se reconstrói, renegocia elementos do problema), de heterogeneidade (muitos elementos de característica diferentes integram o problema – texto, interpretação, representações, etc.), de mutiplicidade (cada elemento pode se revelar composto por toda uma nova rede), de exterioridade (quando se vai buscar

elementos novos fora do próprio campo matemático ou em outros campos da Matemática) etc. (PIRES,2000, p.165)

Pires (2000), em contraponto a uma estrutura moldada, pronta e memorizada, herdada da chamada Matemática Moderna, que se conforma em currículos igualmente moldados e compartimentalizados, propõe uma estrutura curricular que associa a idéia de currículo a de uma estrutura de rede, estrutura essa que possibilita o surgimento de pontos que se conectam em vários momentos, a partir de conteúdos que se relacionam, propiciando o desenvolvimento de novos estudos, em novas instâncias.

Na rede, cada caminho transporta um dado fluxo de qualquer ação ou reação: causalidade, dedução, analogia, reversibilidade, influência, contradição, etc, uma certa intersecção pode, então receber várias determinações de cada vez (ou ser a sua origem). (PIRES, 2000 ,p.115-116)

Para a autora, pensar hoje em currículo de Matemática, é pensar em um currículo para uma sociedade pós- industrial, onde a tecnologia leva ao universo do conhecimento e a informações em tempo real. Novas necessidades surgem em meio a esta sociedade que se constrói a partir das interações promovidas pelo desenvolvimento tecnológico, construindo um mundo globalizado.

No campo cognitivo, a idéia de rede comparece cada vez que se pretende demonstrar que a compreensão do tema é construída por meio de múltiplas relações, que podem ser estabelecidas entre ele e outros temas, esteja ou não as fontes de relação no âmbito de uma dada disciplina. Nesse contexto, o conhecimento é apresentado como uma rede de cujos pontos vão se construindo em várias direções, em vários sentidos, cuja formação se altera e se reestrutura praticamente a cada vez que um "ponto" é incorporado a ela: é um sistema, enfim, que passa por momentos de caos e de alguma estabilidade.(PIRES,2000, p. 117)

Criam-se novas formas de pensar e trabalhar o conhecimento. Percebe-se que a dimensão “estoque” de conhecimentos a transmitir perde lugar para as novas metodologias, que serão necessárias para redimensionar o então universo existente.

Assim, como Doll, Pires destaca a importância de um currículo relacional, lamentando que o ensino de Matemática não seja assim conduzido.

Quando se discute necessidade de mudanças, os debates acabam muitas vezes restringindo-se à remoção de conteúdos de uma série para outra, ou a tirar uns para colocar outros, sempre sob a perspectiva única dos assuntos matemáticos. O destaque para as relações múltiplas existentes entre temas, dentro da própria Matemática, as relações da Matemática com outras disciplinas e as relações da Matemática com o mundo real são relegados a segundo plano, alegando-se falta de tempo ou dificuldades de encaixar esse trabalho na linha curricular traçada. (PIRES, 2000, p.153-154).

É evidente na pesquisa desenvolvida por Pires que, ao pensar em estrutura curricular, é necessário priorizar as possíveis formas existentes de organização, que possibilitarão agregar e redimensione os conteúdos pretendidos e ampliar as possibilidades de relacioná-los às vivências do educando, tecendo a riqueza esperada em um currículo com uma estrutura de rede.:

Quando se pensa nos currículos de Matemática inseridos num projeto educacional mais amplo, a primeira questão que se coloca refere-se ao papel desempenhado pela Matemática. A esse respeito, nas propostas para o ensino fundamental e para o médio são apresentados muitos argumentos, destacando sempre que a Matemática é aplicável a inúmeros problemas práticos e a um grande número de áreas do conhecimento e que encerra possibilidades de desenvolver capacidades e hábitos intelectuais, formas de raciocínio, de comunicação, de estratégias para resolver problemas, todas de grande valor formativo. (PIRES,2000,P.154)

Esta estrutura de rede possibilitará a elaboração de um currículo que estará relacionando os conteúdos entre si, a partir dos “nós” então estabelecidos por itens dos tópicos da série em curso, construindo relações com conceitos já estabelecidos anteriormente, em uma recursividade evidente, e possibilitando o surgimento de novas relações com outros conhecimentos pretendidos.

Um novo texto

Um novo currículo pressupõe um novo texto, um texto que possibilite trabalhar a matemática, com riqueza e rigor, com recursividade e de modo relacional.

Temos hoje alguns autores que pretendem uma nova abordagem curricular, empenhando-se na proposição de novas estratégias para o ensino da Matemática.

Estaremos a seguir fazendo uma análise do livro didático escrito pelos professores Imenes e Lellis, quanto à característica principal de uma estrutura curricular recursiva.

A obra “MATEMÁTICA PARA TODOS” apresenta uma nova distribuição dos conteúdos nas séries e entre as séries, a fim de que seja possível uma maior integração entre estes. Procura estabelecer uma relação constante entre a teoria e a prática aplicada a esta teoria, apresentando os tópicos matemáticos a partir de situações problema. Em particular destaca-se a abordagem dada à teoria, que difere de apresentações tradicionais, onde a teoria sempre precede os exemplos e os exercícios, sendo introduzida não raro como um receituário. Em alguns capítulos, parte da teoria é apresentada em meio aos exercícios propostos, oportunizando ao educando ricos momentos de descobertas, que deverão ser acompanhados e conduzidos pelo professor, que usando de sua lógica, experiência, sensibilidade e ousadia, deverá encontrar o momento exato para conduzir os alunos à sistematização dos resultados.

A geometria, nos currículos que apresentavam uma estrutura linear e compartimentalizada, figurava sempre nos últimos capítulos dos livros e na maioria das vezes o “tempo” era exíguo para estudá-la, fosse por motivos políticos (paralisações e greves) principalmente nas redes de ensino público, fosse porque o professor não sentia-se preparado para ministrá-la, adiando sempre o contato com a mesma.

A proposta curricular idealizada pelos professores Imenes e Lellis, pode possibilitar o desenvolvimento dos estudos de geometria ao longo de todas as séries, de forma a relacionar a geometria com os demais conteúdos. O estudo deste campo da Matemática pode auxiliar no entendimento dos demais campos, abrindo possibilidades para o desenvolvimento de trabalhos interdisciplinares, com temas transversais, conforme sugerem os PCNs.

Uma das pesquisadoras tem podido vivenciar o trabalho com esse texto, sendo uma das primeiras professoras em Belo Horizonte, a enfrentar a nova proposta, com os problemas e dificuldades que toda mudança traz, recorrendo, por vezes, a consultas a um dos autores. Isso confere às colocações aqui feitas uma legitimidade, não concedida a alguém que não tenha experienciado concretamente a utilização do texto.

Pretende-se aqui enfatizar a possibilidade de um trabalho com recursividade, tomando-se para isto o tópico, “ângulos”, que no texto em questão é abordado ao longo de todas as séries, da 5ª à 8ª, do ensino fundamental.

O estudo sobre ângulos é iniciado na 5ª série, a partir do capítulo 4, Formas Planas, quando os autores “mostram” ângulos rasos e utilizam-se do “conversando sobre o texto” para levar os alunos a perceberem o conceito de ângulo, solicitando aos mesmos, para em seguida, redigirem, utilizando-se de suas próprias palavras, o conceito estudado. Relacionam aos estudos de ângulos, os estudos de retas paralelas e retas perpendiculares, estabelecendo-se o caráter relacional e a riqueza, esperados em um currículo estruturado na forma de “rede”. Utilizam-se os exercícios para apresentar o símbolo do ângulo reto e mesclam-se ao longo do capítulo, estudos de outros itens da geometria plana: conceituam-se, por exemplo, polígonos regulares (calculando o valor de seus ângulos), mostram-se as construções feitas em malhas com triângulos, e em meio a criação de mosaicos, envolvendo hexágonos regulares, leva o aluno a perceber um caminho para calcular o valor do ângulo interno de um hexágono regular (sem utilizar as fórmulas convencionais). Ao retomar a geometria, no capítulo 12, “Áreas e Perímetros”, durante os exercícios, os autores utilizam a expressão “triângulos equiláteros” e sugerem aos alunos consultarem o dicionário do livro para “saber o que é”. A chamada propicia a retomada do conceito estudado no início do livro (polígono regular), mais uma vez configurando-se a recursividade.

No volume da 6ª série, os estudos sobre “ângulos” iniciam-se a partir do capítulo 2. Utilizando-se das sistematizações produzidas na 5ª série, os autores agora classificam os triângulos quanto aos ângulos, e fazendo uso do transferidor e dos esquadros, constroem e medem os mesmos. Mais uma vez, é utilizado o dicionário, como instrumento para relacionar os conteúdos estudados e estabelecer a recursividade, sugerindo ao aprendiz que consulte-o, durante a resolução de problemas que envolvem medida de ângulo raso e ângulos formado por duas semi-

retas perpendiculares. Inicia-se então o estudo sobre circunferência, através de exercícios sobre ângulos formados pelos ponteiros de um relógio. O uso do dicionário é retomado a fim de resgatar o conceito de polígono regular e as construções geométricas, levam o aprendiz a inscrever polígonos regulares em uma circunferência a partir de divisões de ângulos.

No livro da 7ª série, a geometria inicia-se a partir do capítulo 3, “Construções Geométricas”. Propõe-se a utilização dos instrumentos de desenho, em um problema que aborda o traçado de rotas de aviões, os autores trabalham novamente a construção de ângulos. Chamando a consulta ao dicionário, durante a resolução de problemas propostos, os autores resgatam o conceito de polígonos regulares, em recursividade evidente, e introduzem o conceito de ângulo central, deixando a cargo do professor as generalizações necessárias.

No capítulo 6, “Ângulos, Paralelas e Polígonos”, os autores aprofundam os estudos sobre ângulo, trazendo a demonstração de congruência existente entre os ângulos opostos pelo vértice. Utilizam-se de translação entre retas para “mostrar” a congruência de ângulos correspondentes. A partir de “argumentos”, os autores relacionam os ângulos opostos pelo vértice e os ângulos correspondentes e estabelecem a relação entre os ângulos alternos internos. Demonstram ainda as propriedades dos ângulos internos e externos de um triângulo e a partir do estudo da soma dos ângulos internos de triângulos, os autores criam possibilidades para levar o aprendiz a deduzir a fórmula da soma dos ângulos internos de um polígono qualquer.

Na 8ª série a abordagem que envolve o tópico, “ângulos”, inicia-se no capítulo 1, quando se define a semelhança de polígonos. Em seguida desenvolve-se o conceito de triângulos semelhantes, cujos estudos estarão relacionados a “proporcionalidade” e desencadearão os estudos sobre semelhança em triângulos retângulos e as relações métricas, chegando a dedução do teorema de Pitágoras a partir das fórmulas das relações métricas que foram deduzidas com base na semelhança de triângulos.

Pode-se perceber, através da exemplificação feita, que o texto, torna-se novo, à medida que realmente busca romper com uma estrutura hierarquizada do conhecimento matemático, que decide sobre momentos, na maioria únicos, nos quais determinado assunto será abordado. Nesse processo de ruptura o texto se transforma, e conceitos matemáticos aparecem uma, duas, várias vezes, de modos

diferentes, em níveis distintos de complexidade. Idéias iniciais, tímidas às vezes, vão crescendo, se fundamentando e ampliando de modo recursivo e numa forma espiralada, analogamente à trajetória de um ponto que se move ao longo de uma hélice cônica.. Entretanto, esse desenvolvimento não ocorre sem atores, alunos e professores, dispostos a percorrer esse caminho.

Um novo professor

Um novo texto não faz uma nova aula.

É necessário que o professor repense a sua prática, que consiga se desvencilhar das amarras conservadoras de uma formação tradicional, vivida ao longo de toda a sua escolaridade e mesmo no exercício do magistério, que consiste, na maioria das vezes em um primeiro ano de experiências e todos os outros de repetição.

Deste novo profissional, exige-se que acredite que a mudança se faz necessária, que seja capaz de acompanhá-la, que desenvolva um grande senso de observação para perceber e ajudar seus alunos nas necessidades cotidianas, que crie novas estratégias para redimensionar suas aulas, aguçe sua sensibilidade durante a leitura e interpretação dos textos apresentados pelos autores, buscando o melhor entendimento dos mesmos, afim de aproveitar e engajar-se às propostas apresentadas, que invista em sua formação continuada, procurando sempre novos interlocutores, discutindo e repensando a sua prática.

Estar interagindo com uma proposta curricular que propicia trilhar novos caminhos em busca de uma prática pedagógica inovadora, foi de grande importância para uma das pesquisadoras, enquanto educadora matemática. Praticar uma teoria que redimensiona as estruturas de um programa pré-estabelecido, para melhor respeitar o tempo de aprendizagem do educando, gera novas demandas do educador. Como lidar com elas? Quais foram as dificuldades encontradas? Como se desvencilhar dos preconceitos?

Grandes dificuldades foram encontradas por uma das pesquisadoras ao vivenciar, como professora, a proposta curricular apresentada pelos professores Imenes e Lellis. Acostumada a trabalhar com livros didáticos e estruturas curriculares que apresentavam os conteúdos matemáticos de forma fragmentada e compartimentada, trabalhando sempre a Matemática pela Matemática, viu-se diante de uma realidade completamente nova e desafiadora.

Ao conduzir seu trabalho, a professora buscou entender como aquela estrutura curricular iria atender seus anseios e crenças frente ao que julgava até então, ser certo e necessário ensinar, buscando desvencilhar-se dos preconceitos construídos ao longo de vários anos de profissão. Tomou o cuidado de estudar como os conteúdos estavam dispostos ao longo do programa, analisando o novo enfoque que era dado a eles e a forma com que eram apresentados os exercícios (buscando sempre a resolução de problemas). Percebeu então, que vários itens do programa pretendido não constavam na introdução teórica, apresentada em todos os capítulos da coleção, mas apareciam entremeados aos exercícios propostos. Era necessário então um estudo minucioso desta nova abordagem, para que não se perdessem os momentos oportunos de aprendizagem e sistematização, necessários para o melhor entendimento dos conteúdos estudados, durante a resolução de determinados problemas. Desafio maior foi explicar e convencer as famílias, que traziam uma formação acadêmica tradicional, que aquela nova proposta não desmerecia uma educação de qualidade, ao contrário, pretendia preparar aquelas crianças para as novas exigências que emergiam de uma sociedade que se organizava de forma globalizada e também levar a grande maioria dos estudantes a lidar e entender melhor uma ciência que durante décadas foi motivo de pesadelo para muitos.

O trabalho junto a esta nova proposta curricular, oportunizou o experimento e a criação de novas formas de abordagem do conhecimento, que culminaram em ricos momentos de aprendizagem e crescimento profissional. Novas possibilidades se abriram, em tal número, que não seria possível relatar.

O episódio citado, a seguir, pretende ilustrar o movimento da professora nesse construir e reconstruir, tornando-se autora, juntamente com os autores (Imenes e Lellis, 2002), de um novo texto didático. Na 5ª série, após fazer um panorama da presença da Matemática em situações do cotidiano (capítulo 1), os autores apresentam uma pesquisa sobre formas geométricas, preocupando-se em levar o aprendiz a investigar e perceber o “quanto” de geometria existe à sua volta. Mostram então aos alunos, o que se denominam vértice, aresta e face da figura, a partir de observações de formas poliédricas (expressão desconhecida pelo aprendiz), feitas a partir de fotos. Neste momento, em suas experiências em sala de aula, a professora propôs aos alunos que construíssem “esqueletos” de sólidos geométricos utilizando canudinhos de refrigerante. Durante esta atividade observou

dificuldades em alguns alunos para perceber a terceira dimensão, ficando “paralisados” nas formas quadradas e retangulares. Para ajudar o aprendiz a vencer este obstáculo, a pesquisadora lembrou a existência das “caixas de sapato” por exemplo. Aproveitando-se da dificuldade apresentada, a professora então propôs que fossem construído retângulos e quadrados, tomando novos canudinhos, para que então o aprendiz tivesse a oportunidade de perceber a diferença entre blocos retangulares e retângulos, cubos e quadrados. Em seguida foi pedido aos alunos que redigissem um texto situando as observações feitas durante a aula. Realizaram-se então planificações de sólidos, utilizando-se o bloco de folhas especiais, que integra o livro.. A partir de então, a pesquisadora passou a ficar atenta à linguagem empregada pelos alunos, para que não recaíssem no erro de, ao olhar para um cubo, chamá-lo de quadrado. Após algum tempo, observou que seus alunos estavam corrigindo as falas dos colegas de outras séries e até mesmo da própria família. Os materiais e textos produzidos pelos alunos ficaram em exposição durante alguns dias, no mural da sala de aula.

O relato feito é pontual e experiências como essa acontecem a cada dia, no desenrolar do curso, a cada instante que a professora coloca um novo currículo e um novo texto em ação.

Considerações finais

Frente a uma proposta inovadora, que rompe com as estruturas curriculares pré-moldadas, vigentes até então, surgem questionamentos importantes. Estariam os professores preparados para desenvolverem esta proposta? Conseguiriam estes educadores romper com as antigas estruturas?

O novo texto para uma nova proposta curricular rica, relacional, rigorosa e recursiva busca sempre relacionar os conteúdos trabalhados não só entre si, mas também a situações cotidianas, propondo problemas, desencadeando a construção de uma ‘rede’ de conhecimentos.

Mas o novo texto exige o novo professor, que se preocupa em ensinar Matemática para não-matemáticos, em estabelecer os elos existentes entre essa ciência e o mundo real a fim de torná-la dinâmica e atraente. O novo professor busca significado para os estudos pretendidos, criando assim, novas motivações e possibilidades de aprendizagem.

O trabalho pedagógico junto a uma proposta curricular diferenciada exige desse professor que aguace sua percepção enquanto educador, acompanhando o

desenrolar do programa na estrutura proposta, para que possa auxiliar o seu aprendiz a desencadear o raciocínio e a lógica exigidos para aquele momento.

É necessário também que o educador tenha pleno domínio do assunto abordado não só da série em curso, mas também das anteriores e posteriores, para que possa fazer com segurança e clareza as intervenções necessárias em momentos oportunos, levando assim o aprendiz a sentir-se seguro e capaz de desencadear conexões entre conhecimentos novos e antigos, de especular, de experimentar fazer matemática, sempre guiado pelo professor, na sistematização das idéias matemáticas e na construção do conhecimento matemático.

Referências Bibliográficas

COUTINHO, Maria Tereza da Cunha , MOREIRA, Mércia. Psicologia da Educação. Belo Horizonte. MG: Lê, 1998, 176p.

DOLL JR., William E. *Currículo: uma perspectiva pós-moderna*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997, 224.

FROTA, Maria Clara R.. Competências de representação e comunicação em matemática: o papel do livro didático. In: *XI ENDIPE*, 2002a, Goiânia. Anais. Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, 2002. p. 1-16.

_____. *O pensar matemático no ensino superior: concepções e estratégias de aprendizagem dos alunos*. 2002b. 287p. Tese (Doutorado em Educação) – UFMG, Belo Horizonte.

MOREIRA, Antonio Flavio B. A crise da teoria curricular crítica. In: Costa, M. V. (org.) *O currículo nos limiares do contemporâneo*. Rio de Janeiro: DP&A, 1998, p. 11-36.

PERRENOUD, P. *Construir as competências desde a escola*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000, 192p.

_____. *Dez Novas Competências para Ensinar*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999, 90p.

PIRES, Célia Maria Carolino. *Currículos de Matemática: da organização linear à idéia de rede*. São Paulo: FTD, 2000, 223p.

IMENES, Luiz Márcio ,LELLIS, Marcelo. Matemática para todos. São Paulo. SP: Scipione, 2002.

0205RE A ESCOLA ORGANIZADA POR CICLOS DE FORMAÇÃO E O ENSINO DE MATEMÁTICA

Sheila Maris Gomes Goular¹

RESUMO

A escola organizada por ciclos de formação tem demandado da escola e muito diretamente dos professores de matemática mudanças de estratégias com o objetivo de superar as dificuldades apresentadas nessa nova organização.

Diante desse quadro a Escola Fundamental do Centro Pedagógico da UFMG mudou a organização do seu tempo e espaços escolares na tentativa de possibilitar avanços dos alunos na construção do conhecimento.

O relato pretende apresentar o processo que vem sendo vivenciado pela escola na implantação da nova proposta de organização e as estratégias utilizadas pelos professores no ensino de matemática na tentativa de superar os entraves surgidos.

¹ Escola Fundamental do Centro Pedagógico da UFMG
E-mail: sheilamaris@hotmail.com

0206RE FEIRA DE MATEMÁTICA: O COROAMENTO DE UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA EM MATEMÁTICA

Ana Maria Cabral dos Santos

RESUMO

Professora de Matemática do interior de Minas Gerais desenvolve com seus alunos durante todo ano, atividades que conduzem a uma aprendizagem significativa de conteúdos matemáticos. No final do ano, os alunos apresentam as atividades realizadas em aula, na forma de trabalhos elaborados por eles numa Feira de Matemática, que é visitada pela Comunidade Escolar (pais, professores) e outras pessoas que ficam admiradas pela desenvoltura dos alunos em falar sobre conteúdos matemáticos considerados difíceis pelos visitantes.

Etapas:

- Diagnóstico;
- Resultado;
- Planejamento;
- Desenvolvimento das atividades do processo ensino/aprendizagem;
- Preparação dos trabalhos para a Feira;
- Realização da Feira;
- Avaliação dos resultados;

Este Projeto foi apresentado e premiado no Congresso de Projetos Pedagógicos do Colégio Brasília, São Paulo, em 16 e 17 de maio/1998, quando aconteceu o III EDUCRESCE (Educação para o Crescimento), foi classificado em 1º Lugar, recebendo um Certificado de “Excelência Pedagógica”.

COMUNICAÇÕES CIENTÍFICAS E RELATOS DE EXPERIÊNCIA

TEMA 03 O ENSINO DE TÓPICOS ESPECÍFICOS DA MATEMÁTICA

0301RE O CONCEITO DE VOLUME NO ESTUDO DOS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS.

Romeu Ferreira Barros¹

RESUMO

Embora vivamos num espaço tridimensional, podemos constatar que muitos alunos têm uma certa dificuldade para enxergar uma figura geométrica no espaço tridimensional. Muitas vezes nomeiam figuras cilíndricas como círculos, quadrados como cubos, entre outros. O ensino da geometria sólida vem enfatizando a aplicação de fórmulas e resolução de “velhos” exercícios do livro didático. Este e outros fatores podem fazer com que o aluno concentre-se apenas nas aplicações de fórmulas, levando-o a não ter uma noção das propriedades dos sólidos os quais se está estudando.

Como professor de matemática em formação acredito ser importante que o aluno perceba que as definições, demonstrações e encadeamentos conceituais e lógicos têm a função de construir novos conceitos e estruturas a partir de outros que servem para validar intuições e dar sentido às técnicas aplicadas.

Para isso propus como projeto de intervenção no estágio supervisionado buscar uma nova compreensão do conceito de volume utilizando o Princípio de Cavalieri e estabelecer uma abordagem pedagógica alternativa a este conceito. Para isso estou utilizando o cotidiano, construindo com os alunos sólidos geométricos, manipulando-os, explorando suas principais características; estimulando a busca de regularidades a generalização de padrões e demonstrando as fórmulas de volume, baseando no Princípio de Cavalieri.

Este trabalho está sendo realizado numa turma de 2º ano do ensino médio do ensino médio da rede pública estadual de Pedro Leopoldo.

¹ Aluno do 8º período da Fac. Integradas Pedro Leopoldo

0302CC DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA – FORMAÇÃO DO CONCEITO

Tula Maria Rocha Morais¹

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo investigar a formação do conceito estatístico, Distribuição de Frequência em alunos da 5ª série do Ensino Fundamental (3º ciclo).

Vivemos em uma sociedade globalizada, baseada na tecnologia e na comunicação que exige cada vez mais, um indivíduo com competências e habilidades que trabalhem os dados, interpretando-os e analisando-os de forma a possibilitar uma tomada de decisões mais consciente e crítica.

Razão pela qual optamos por um conceito estatístico, já que a Estatística desde de sua origem é vista como uma disciplina interdisciplinar e seu progresso marcado por situações originadas a partir da necessidade de resolver problemas em diversos campos.

Recentemente encontramos nos Parâmetros Curriculares Nacionais, uma intenção em contemplar nos currículos de Matemática do Ensino Fundamental, conteúdos que permitem ao homem "tratar" as informações recebidas cotidianamente, aprendendo a lidar com dados estatísticos, construindo procedimentos que colem, organizem, comuniquem as informações através das mais variadas representações.

Tanto no Brasil, como na França, Espanha e Inglaterra há uma preocupação no trabalho com a Estatística, pois a mesma nos primeiros anos é tratada informalmente, sem a devida sistematização comprometendo assim a aprendizagem destes conceitos.

Nosso trabalho consiste na investigação do conceito Distribuição de Frequência, partindo de uma situação adidática, a atividade interacional "Mãe Natureza". Após vivenciarem a atividade, os alunos apresentarão os registros correspondentes a situação proposta, acompanhada das justificações do grupo. Os registros serão analisados tomando por base a Representação Semiótica proposta por Raymond Duval, bem como os níveis de funcionamento apresentados por Aline Robert.

¹ Aluna do programa de Pós-graduação em Educação Matemática da UNIVERSIDADE PONTIFÍCIA CATÓLICA DE SÃO PAULO
Professora do UNICENTRO NEWTON PAIVA e da UTRAMG- FUNDAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO E TRABALHO

Desta forma esperamos responder as seguintes questões: Quais as concepções de frequência os alunos de 10-11 anos, mobilizam em uma situação – problema? Que comprometimentos na compreensão dos conceitos de frequência e distribuição de frequência detectamos ao priorizar apenas um registro de representação semiótica?

Introdução:

A Matemática é uma ciência viva, que estuda as relações, caracterizada como forma de compreender e atuar no mundo. O conhecimento gerado nessa área do saber é considerado como um fruto da construção humana em sua interação constante nos contextos natural, social e cultural. Segundo Koch², a Matemática é *“um campo do conhecimento dá “ instrumentos” de pensamentos para descobrir, criar, organizar, representar situações não necessariamente matemáticas.”* Portanto, aprender matemática é aprender a pesquisar, pensar, agir e buscar estratégias, soluções a fim de resolver problemas do dia-a-dia.

A realidade escolar mostra um quadro bem diferente, onde a maioria dos alunos acredita ser esta ciência, uma ciência pronta e acabada, praticada apenas no contexto escolar distante da vida fora da escola. Nos deparamos com alguns obstáculos, dentre eles, interpretações equivocadas de concepções pedagógicas que distorcem a implementação de idéias inovadoras presentes em diferentes propostas dificultando um trabalho efetivo por parte do aluno.

Com a intenção de superar estes e outros obstáculos em relação ao ensino de Matemática, surge entre as décadas de 60 e 70, um movimento reconhecido como Educação Matemática. Segundo Luiz Pais, a Educação Matemática é:³

“ uma grande área de pesquisa educacional, cujo objeto de estudo é a compreensão, interpretação e descrição de fenômenos referentes ao ensino e a aprendizagem da Matemática, nos diversos níveis da escolaridade, quer seja na sua dimensão teórica ou prática.”

Este movimento da Matemática moderna, surgiu como um movimento educacional inscrito numa política de modernização pós-guerra, provocando em vários países, inclusive no Brasil discussões e amplas reformas no currículo de Matemática. Segundo Angel Ruiz e Hugo Barrantes (1997), as causas deste

² Maria Celeste Machado Koch. Artigo-Sobre Educação, Metodologia. Caderno AMAE nº63.p62.

³ Pais, Luiz Carlos. Didática da Matemática- Uma análise da influência francesa. Belo Horizonte. Ed. Autêntica. 2001.p10.

movimento foram atribuídas a três movimentos: a ação dos matemáticos das universidades; a ideologia e a filosofia da Matemática; e o contexto político e histórico do pós-guerra.

Por outro lado, as propostas curriculares anteriores e mesmo aquelas por eles evidenciadas são ainda desconhecidas por grande parte dos professores, que não têm uma visão clara dos problemas que motivaram estas reformas. Observa-se que idéias ricas e inovadoras, veiculadas por essas propostas, não chegam aos professores, ou são incorporadas superficialmente, ou ainda não recebem interpretações adequadas, sem provocar mudanças desejáveis.

Para que ocorram as inserções do homem no meio social e cultural, é importante que a Matemática, desempenhe, no currículo seu papel na formação de capacidades intelectuais, na estruturação do pensamento, na agilização do raciocínio, na aplicação a resolução de problemas, situações do cotidiano e atividades do mundo do trabalho, além do apoio à construção do conhecimento em diversas áreas.

Atualmente, encontramos nos Parâmetros Curriculares Nacionais, uma intenção de que os currículos de Matemática no ensino fundamental contemplem os estudos dos números e das operações (campo da Aritmética e Álgebra), o estudo do espaço e forma (campo da geometria), e o estudo das grandezas e medidas que permitem interligações entre os campos citados, bem como os outros campos do conhecimento. Com uma atenção especial, percebe-se a necessidade de acrescentar a esses conteúdos aqueles que permitam ao homem “tratar” as informações que recebe cotidianamente, aprendendo a lidar com dados estatísticos construindo procedimentos que colem, organizem, comuniquem dados, utilizando tabelas e gráficos, representações que freqüentemente aparecem em seu dia-a-dia e utilizem idéias relativas à Estatística, a Probabilidade e Combinatória..

A estatística estudada neste campo e, ou definido como tratamento da informação, é vista desde de sua origem, como uma ciência interdisciplinar e seu progresso marcado por situações originadas a partir da necessidade de resolver problemas em diversos campos. Costa Neto (1997), definiu Estatística⁴

⁴ Costa Neto (1997) ABOUD Silva, C. B., Atitudes em relação à Estatística: um estudo com alunos de graduação. Campinas: Fea-UNICAMP, 2000. Dissertação de Mestrado.

como a ciência que se preocupa com a organização, descrição, análise e interpretação de dados experimentais.

O crescimento do ensino de estatística em todo o mundo, se deve a sua contribuição na formação integral do aluno. Prova disto é o aumento significativo de publicações, encontros, seminários e congressos possibilitando desta forma, a criação de um grupo de investigação internacional o IASE (International Association for Statistical Education).

Nos EUA, os conteúdos de Estatística têm sido apresentados na disciplina Matemática desde 1989, enquanto que no Brasil isso ocorreu apenas em 1997, com os novos parâmetros curriculares.

Na França, o ensino começa no 1º ano elementar (6-7 anos). Educadores franceses alertam para o cuidado que devemos ter com o ensino de Matemática. (Lopes,1998:58) considera que “... em Matemática, são necessários anos para se obter uma visão clara e para construir sistemas e não apenas elementos dispersos do conhecimento.”

Na Espanha há uma preocupação com a realização de trabalhos que envolvam a realidade dos estudantes dando ênfase às questões de carácter aleatório, às qualidades estatísticas dos gráficos, à atitude crítica a ser desenvolvida no trabalho com as informações.

Dentre os objetivos do ensino de Matemática que constam nos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, Secretaria de Educação Fundamental, 1997 e 1998) para o ensino fundamental encontramos a importância de desenvolver um estudo de conceitos estatísticos como:⁵

“ Analisar e valorizar informações provenientes de diferentes fontes, utilizando ferramentas matemáticas para formar uma opinião própria que lhe permita expressar-se criticamente sobre problemas da Matemática, das outras áreas do conhecimento e da atualidade.”

Segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais, técnicas e raciocínios estatísticos e probabilísticos são, sem dúvida, instrumentos tanto das ciências

⁵ Brasil.Secretaria de Educação Fundamental.Parâmetros Curriculares Nacionais:Matemática/Secretaria de Educação Fundamental.-Brasília: MEC/SEF,1998.p85.

da natureza, quanto das ciências humanas, sendo destacada, portanto, a importância de uma cuidadosa abordagem dos conteúdos de estatística e probabilidade nos ensinos fundamental e médio.

O programa de Matemática propõe o ensino de Estatística e Probabilidade desde a primeira série do primeiro ciclo do Ensino Fundamental, com um aprofundamento crescente a cada ciclo subsequente. No primeiro ciclo do ensino fundamental, são propostas a leitura e interpretação de informações, bem como a produção de textos escritos sobre essa interpretação. No segundo ciclo, são propostos o ensino de construção de gráficos e tabelas, uma interpretação de média aritmética que será aperfeiçoado posteriormente. Para o terceiro e quarto ciclo, são propostos o estudo de vários tipos de gráficos, a inserção de conceitos de amostra, frequência, frequência relativa e de medidas de tendência central.

Certamente um trabalho diferenciado se faz necessário de forma a atender as atuais demandas educacionais. E percebendo a necessidade de uma sociedade globalizada, baseada na tecnologia e na comunicação, torna-se necessário o desenvolvimento de habilidades que trabalhem com dados, bem como da interpretação dos mesmos, de forma a possibilitar uma tomada de decisões mais consciente e crítica. Em relação a esse aspecto, o NCTM (National Council of Teachers of Mathematics, 1989) alerta para a importância da compreensão dos conceitos estatísticos⁶ “ *faz-se necessário o conhecimento de Estatística para que os estudantes tornem-se consumidores inteligentes, que possam tomar decisões críticas com base em dados.*” (National Council of Teachers of Mathematics, 1989, p.105).

Snee (1993) ressalta que a Educação Estatística precisaria se preocupar mais com a maneira pela qual os alunos aprendem, sendo portanto necessário mudar o conteúdo da Estatística e o seu discurso, de forma a proporcionar o uso do pensamento probabilístico e de métodos a partir de problemas cotidianos.

Meus questionamentos como professora de matemática de ensino fundamental e médio, começaram com observações em sala-de-aula. Sem dúvida, assuntos relacionados a realidade dos alunos permitiam um

⁶ National Council of Teachers of Mathematics, 1989, p.105

envolvimento maior da turma por evidenciar uma aplicabilidade do conhecimento matemático. Contudo, torna-se imprescindível investigar a formação de conceitos, mais particularmente os conceitos estatísticos: Como o aluno aprende? Como o aluno constrói significados? Como mobiliza estes conhecimentos em situações contextualizadas? Estas e muitas outras indagações aguardam resposta.

Fundamentação Teórica e Metodológica

O desafio de investigar a construção do conhecimento, a formação e evolução de conceitos matemáticos, aliada as possibilidades de interação do homem com o meio, nos fez optar por estudar a formação do conceito de distribuição de frequência em alunos de 5a série do ensino fundamental.

Ao escolher trabalhar com a Estatística, levamos em consideração a possibilidade de articular diversas áreas do conhecimento ,já que se trata de uma ciência interdisciplinar com inclusão recente nos programas curriculares do Ensino Fundamental .A abordagem deste tema nos primeiros ciclos, é contemplada na maioria das vezes informalmente, limitada a contextualização da Matemática sem a devida sistematização dos conceitos envolvidos ocasionando comprometimentos na compreensão dos mesmos. Esta situação é retratada nas pesquisas realizadas pelo grupo de Batanero, algumas delas apontando os erros e dificuldades dos alunos na compreensão de conceitos estatísticos elementares como aqueles evidenciados no artigo "Errors difficulties in understanding elementary statistical concepts" através da internet pelo site [batanero@ugr.es.<http://www.ugr.es/local/batanero/>].

Este trabalho objetiva a formação do conceito de distribuição de frequência e suas representações a partir das concepções dos alunos sobre frequência. Neste sentido, precisamos explicitar que estamos entendendo por conceito a definição proposta por G. Vergnaud:⁷

Um conceito é caracterizado por uma terna (S, I s) onde S é o conjunto de situações que dão um sentido ao conceito. Cada

⁷ Vergnaud G.(1991). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*. Grenoble: La Pensée Sauvage- Éditions, v.6-10 n°2.3.

elemento de S é uma concretização do conceito, um dos representantes; I, é o conjunto dos invariantes operatórios do conceito, o conjunto de propriedades que são comuns aos elementos de S e que permitem que os coloquemos na mesma categoria conceitual.s é um conjunto de termos, de denominações ou de símbolos que designam um conceito.

Para compreender um conceito é necessário saber em quais domínios ele funciona, para compreender vários pontos de vista ligados a esse saber. Entendemos ponto de vista a definição dada por Duval de considerar como o ato de demonstrar um teorema ou se apoiar nele para chegar ao mesmo objeto.

Para o desenvolvimento desta pesquisa tomaremos por base as contribuições de Aline Robert (1991), sobre os níveis de mobilização de um conhecimento subdividido em: Técnico- que se refere a aplicação direta de procedimentos, fórmulas e relações em situações problemas; Mobilizável- possíveis modificações, adaptações feitas nas situações-problema com a orientação quer do professor, quer do próprio enunciado do problema e, disponível- possíveis modificações ou adaptações feitas nas situações-problema sem interferência ou mesmo orientação seja do professor ou do enunciado. Nesta última fase, o aluno mobiliza os conhecimentos de forma independente, pois o conceito já se encontra incorporado aos antigos

Em Estatística, após a coleta de dados se faz necessário organizá-los e para tal, utilizamos diferentes linguagens: a oral, simbólica, as tabelas e os gráficos. Fato este, que nos permitiu associar com a Teoria de Registros de Representação De Duval, permitindo analisar essas variadas maneiras de expressão como diferentes registros de representação.

Duval ressalta a importância da representação de um objeto matemático na construção do conhecimento. Para ele, não existe conhecimento matemático que possa ser mobilizado por um aluno sem que este utilize uma representação, seja ela oral ou escrita. O indivíduo se comunica através das representações semióticas. As diversas formas de representar um mesmo objeto matemático favorecem a aprendizagem e compreensão, de forma que quanto maior for a

flexibilidade entre as formas de se representar esse objeto matemático, maior será a possibilidade de apreensão dele.

O autor introduz a noção de registro para analisar a aquisição dos conhecimentos matemáticos, do lado dos sistemas produtores de representação e não do lado dos objetos. Ressalta que as atividades matemáticas mobilizam simultânea ou alternativamente vários registros de representação semiótica, alguns ligados ao funcionamento cognitivo comum como a língua materna, e outros criados pela necessidade do desenvolvimento da atividade matemática. É importante saber distinguir um conceito de sua representação num registro. Para provar teoremas ou resolver problemas, mudar de quadro, escolher bem o registro de representação, dispor de várias representações desse saber nos registros diferentes tem grande utilidade.

Nossa pesquisa consiste em propor aos alunos situações-problema não padronizadas, para verificar as possíveis representações utilizadas por eles, sejam elas: tabelas, gráficos, histogramas e polígonos de frequência, permitindo uma análise futura da comunicação deste objeto matemático presente na atividade.

Nosso objetivo é investigar as concepções que os alunos da quinta série tem sobre frequência quando estão diante de situações matemáticas analisando os registros, bem como os níveis de mobilização deste conceito ao ser solicitado na construção do conceito de distribuição de frequência e suas representações. Os alunos, ao fazerem seus registros, estarão estabelecendo relações entre o objeto do conhecimento e sua concepção sobre o mesmo.

A aprendizagem é um processo de reconstrução que envolve uma série de interações entre o sujeito da aprendizagem e o meio. Os registros expressam um modo de pensar de um determinado sujeito sobre um objeto matemático, dentro de um contexto social, natural e cultural, no qual ele está inserido.

A dinâmica da sala de aula envolve alunos e professor numa relação em que os valores, crenças e hábitos específicos de cada grupo estão em constante confronto. Nesse contexto, a ação pedagógica dos professores se realiza fundamentalmente na interação entre os registros dos alunos e a do professor. Essa interação ocorre através de diálogo, que deve ser compreendido num sentido mais amplo, não apenas como uma comunicação

oral ou escritas, mas como quaisquer formas de expressão que são usuais e comuns em sociedades organizadas.

É bom ressaltar que, quando se defrontam novas e antigas crenças, não necessariamente se abandonam as antigas; ora elas são complementares, ora elas são confrontadas.

A representação que os alunos utilizam adquire uma nova importância na sala de aula, porque, para nós, o conhecimento é considerado como uma produção social, em que os alunos negociam significados e suas representações.

Problema de Pesquisa

Estamos investigando o nível de conceituação da noção estatística “ freqüência”, assim como a mobilização das concepções dos alunos expressa pela forma de utilização de suas representações semióticas. Entendemos nível de conceituação como os níveis de funcionamento de um conhecimento segundo os termos de Aline Robert, já explicitados em nosso trabalho.

A partir dessas e outras investigações que se fizerem necessárias, torna-se fundamental responder com a pesquisa, as seguintes questões:

- Quais as concepções de freqüência alunos de 10-11 anos mobilizam em uma situação-problema?
- Quais os comprometimentos na compreensão dos conceitos de freqüência e distribuição de freqüência são detectados ao priorizar apenas um registro de representação semiótica?

Bibliografia

AMOULOUD, S. A; **Educação Matemática: Fundamentos da Didática da Matemática**, PUC/SP, 2000.

BATANERO, C.; GODINO J. D.; GREEN D. R.; HOLMES P. E.; VALLENCILLOS A.; **Errors and Difficulties in Understanding Elementary Statistical Concepts. International Journal of Mathematics Education in Science and Technology**, [25 (4 0, 527-547]. Disponível em, [http:// www.ugr.es/batanero](http://www.ugr.es/batanero). BATANERO, Carmem.; GODINO J. D.; GREEN D. R.; HOLMES Acesso em: 15 abr. 2003.

BOOTH,W.C.;COLOMB,G.;WILLIAMS,J.M.A **Arte da Pesquisa**.São Paulo.Ed.Martins Fontes,2000.

FIGUEIREDO,A C.; **Probabilidade Condicional:um enfoque de seu ensino-aprendizagem**.São Paulo:PUC/SP,2000.Dissertação de Mestrado

LATOUR,B.**Ciência em Ação:como seguir cientista e engenheiros sociedade afora**.São Paulo.Ed.UNESP, 2000 – (Biblioteca básica)

LOPES,C.A, **A Probabilidade e a Estatística no Ensino Fundamental:uma análise curricular**.Campinas.Universidade Estadual de Campinas- Faculdade de Educação, 1998.Dissertação de Mestrado.

PAIS, Luiz Carlos. **Didática da Matemática;uma análise da influência francesa**. Belo Horizonte. Ed. Autêntica. 2001.

Parâmetros Curriculares Nacionais_ Matemática (1º e 2º ciclos).Brasília: MEC – Secretaria de Ensino Fundamental, 1998.

Parâmetros Curriculares Nacionais_ Matemática (3º e 4º ciclos). Brasília: MEC – Secretaria de Ensino Fundamental.

Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC – Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 1999.

Silva,Cláudia Borim da. **Atitudes em relação à Estatística: um estudo com alunos de graduação**.Campinas: Fea-UNICAMP, 2000.Dissertação de Mestrado.

VIANA,M.C.V., **O Movimento da Matemática Moderna e suas implicações no Ensino de 1º e 2º graus no Brasil**. Ouro Preto, 2003.

0303CC NÚMEROS REAIS: ESTUDO DAS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS

Vanessa Sena Tomaz¹

Renata Cristina Soares Silva²

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo investigar as concepções dos alunos do ensino médio, iniciantes e concluintes do curso de licenciatura em Matemática das Faculdades Integradas de Pedro Leopoldo, buscando refletir sobre a contribuição da disciplina Análise Matemática na formação do professor de Matemática do ensino básico. Para tanto, aplicou um teste nos três grupos pesquisados com questões sobre números que envolviam: ordenação dos reais, continuidade, representação decimal finita e infinita, cardinalidade, propriedades dos racionais e irracionais. Após os testes, realizamos entrevistas com os alunos para discutirmos as respostas apresentadas e confirmarmos suas concepções.

A pesquisa mostrou que não há grande evolução das concepções de números reais entre alunos do ensino médio e concluintes do curso de matemática. Para eles os números são identificados pela sua representação escrita e não pelas propriedades que lhes são atribuídas. Não reconhecem em $\mathbb{R}$ sua característica principal, a continuidade, apesar de afirmarem que a reta tem infinitos pontos.

Para os alunos do ensino médio, números decimais constituem um conjunto numérico autônomo, sendo que números reais são números que utilizamos para contar.

No geral, os irracionais não são considerados números e quando o admitem como tal, dão a eles características de não-exatidão, imperfeição e estranheza, não percebendo a construção dos números reais como uma extensão dos naturais aos racionais e esses aos reais.

A pesquisa aponta para a necessidade de re-significar o ensino dos números reais, em particular no curso de licenciatura, integrando a prática docente na escola básica e a formação dos futuros professores.

¹ professora do curso de Matemática das Faculdades Integradas Pedro Leopoldo

² aluna-bolsista de iniciação científica do curso de Matemática

A construção dos Números Reais: estudo das concepções dos alunos

Esta pesquisa sobre os números reais identificou algumas concepções que os alunos vão formando ao longo de sua escolaridade com o propósito de refletir sobre a contribuição das noções de Análise Matemática, em particular aquelas que exigem um formalismo como a convergência de série ou de funções, na formação do professor de matemática da educação básica. Acreditamos que é importante o professor da escola básica conhecer os possíveis modelos que os alunos constroem dos números reais para que possa esclarecer dificuldades, tentando saná-las nos diversos níveis de ensino. Tais dificuldades incluem a utilização de números reais quer para os cálculos, quer para a formalização em problemas mais complexos.

O texto apresenta as referências teóricas e metodológicas e os resultados da pesquisa, que foi realizada com alunos do ensino médio, alunos iniciantes e concluintes do curso de Matemática das Faculdades Integradas de Pedro Leopoldo.

Referenciais Teóricos

Número Real

Adotaremos, inicialmente, a definição de Caraça para número real:

“Chamo número real ao elemento de separação das duas classes dum corte qualquer no conjunto dos números racionais; se existe um número racional a separar as duas classes, o número real coincidirá com esse número racional; se não existe tal número, o número real dir-se-á irracional”
(Caraça,1998,p.60).

O conjunto de todos números reais é chamado de campo real. A descrição mais simples de $\mathbb{R}$ consiste em dizer que esse é um corpo ordenado completo. $\mathbb{R}$ é um corpo porque estão definidas as quatro operações: adição, subtração, multiplicação e divisão. É ordenado porque existe a relação $x < y$, que está interligada com a adição e a multiplicação pelas leis de monotonicidade e é completo por causa da continuidade da reta. Essa continuidade garante a existência de raiz n -ésima de a e de a^x para todo $a > 0$ e todo x pertencente a $\mathbb{R}$.

Os números reais na escola básica

Na escola básica a noção de números reais vem do processo de medição das grandezas ditas contínuas, fazendo com o conjunto dos números reais seja também conhecido como a reta real. Esse processo de medição exige comparação entre grandezas de mesma espécie como segmentos que podem ser comensuráveis ou incomensuráveis. No primeiro caso, os números associados são os racionais, no segundo os irracionais. Ao contrário do ensino superior, na escola básica os reais vão sendo construídos a partir de uma visão global dos números racionais visando uma construção complexa que é a adjunção dos irracionais para ampliar $\mathbb{Q}$, pela sua incapacidade de expressar relação entre grandezas incomensuráveis. Essa ampliação vai formar um sistema numérico contínuo que são os números reais.

Como vimos a abordagem dos números reais na escola básica não segue as mesmas referências utilizadas no ensino superior. Neste, definimos os reais como um corpo ordenado completo, ou seja, uma estrutura e na primeira os reais aparecem como uma extensão dos racionais possibilitando representar relações entre grandezas comensuráveis e incomensuráveis.

Os Livros Didáticos

Dos livros analisados o que apresenta uma definição mais formal de números racionais é o livro Matemática e Realidade de Iezzi, que conceitua números racionais como *“todo número representado sob a forma decimal infinita e periódica é igual a uma fração $\frac{p}{q}$, com p e q inteiros e $q \neq 0$ ”*.

O livro Matemática do Imenes define números racionais como *“números obtidos a partir da divisão de dois inteiros”*. O autor associa os números racionais à divisão, restringindo os significados que podem ser atribuídos às frações relativos a medida e comparação de grandezas. O autor exagera na informalidade quando define *“números reais como todos os números que conhecemos e usamos”*. Essa forma de definir números reais pode levar o aluno a chamar de número real apenas os números que utiliza com mais frequência, como os naturais.

Em geral, os livros não dedicam grande parte dos textos aos conceitos, principalmente, de números racionais. A noção de irracional está muito ligada à representação decimal infinita. Um exemplo muito comum de número irracional nos livros é a $\sqrt{2}$. Quando os exemplos se resumem aos radicais, pode induzir o aluno a

achar que número irracional é apenas um número cuja raiz não é exata. A idéia de irracionalidade nos livros também está associada a idéia de “não-exatidão”.

A noção de infinito é pouco explorada nos livros, não enfatizando a idéia de cardinalidade dos conjuntos racionais e irracionais, como também a densidade e o fato de ser enumerável o conjunto dos números racionais.

As pesquisas que tomaremos como referências

Quels Modèles en ont les élèves?

J. Robinet (1993)

É uma pesquisa realizada na França que investigou as concepções dos alunos sobre os números reais e a aprendizagem de Análise Matemática. Para coleta dos dados, foi aplicado um questionário em 483 alunos da escola francesa, assim distribuídos: 227 no ensino médio e 226 início do ensino superior.

As questões abordavam concepções de números reconstruindo sua evolução ao longo do tempo: de Euclides e Aristóteles até Dedekind e Cantor envolvendo os conceitos de racionais-irracionais, finito-infinito e continuidade.

Esse estudo confrontou as respostas dos segmentos de alunos pesquisados e mostrou evidências de que os alunos dão mais importância para as diferentes formas de escrever um número do que suas propriedades específicas e que reconhecem que a reta representa o corpo dos reais, mas atribuem aos reais, muitas vezes, propriedades de ordem válidas para os naturais. No que diz respeito à ordem e à densidade dos reais, demonstram uma visão que se identifica com um modelo atômico da reta, remontando os tempos de Aristóteles.

Números Racionais e Reais: As concepções dos alunos e a formação do professor

Eliane Farias e Soares

Maria Cristina Costa Ferreira

Plínio Cavalcanti Moreira (1998)

Pesquisa realizada por um grupo de professores do ICEx-UFMG³, como parte do projeto “Redefinição do Conteúdo Matemática na Licenciatura: uma proposta para a disciplina Fundamentos de Análise”, cujo objetivo seria propor uma abordagem alternativa ao estudo dos sistemas numéricos na disciplina “Fundamentos de Análise” no curso de Licenciatura em Matemática.

Os dados foram obtidos a partir de um questionário respondido pelos alunos dos 2º e 4º períodos do curso de Matemática dessa universidade no ano de 1997. Os temas das questões foram: números reais, incomensurabilidade, limite, irracionalidade, continuidade, etc. Esperavam com esse questionário conhecer as concepções dos alunos e a partir daí formular estratégias didáticas mais eficientes para o ensino na Licenciatura.

A pesquisa mostrou que os alunos do curso de Matemática não reconheciam claramente quando um determinado subconjunto limitado de $\mathbb{R}$ possui elemento máximo ou elemento mínimo. Ao caracterizarem os irracionais demonstram a idéia de algo pouco familiar ou reproduzem caracterizações encontradas em livros didáticos, tais como: o número que não pode ser escrito como fração ou o número cuja representação decimal é infinita e não-periódica. Demonstram, com as respostas apresentadas, que o significado para a representação decimal infinita e não-periódica nem sempre está associado as propriedades algébricas dos números. A associação mais explicitada de número irracional é de imprecisão e não exatidão. Quando os alunos tiveram que mostrar como os racionais e irracionais se distribuem dentro dos reais, associavam dízimas periódicas com irracionalidade, isto é, representações decimais infinitas com irracionalidade.

O questionário possibilitou saber também como os alunos viam a possibilidade de divisão infinita de um segmento e observaram que 50% dos alunos não estavam completamente seguros da possibilidade (teórica) de subdivisão infinita de um segmento, demonstrando que ainda não distinguem a diferença entre a divisão sucessiva do segmento, como uma consideração do pensamento abstrato e a ação concreta e prática de subdividir-lo, pois não consideram a possibilidade de incomensurabilidade de segmentos.

Em relação ao conceito de número real, apenas 24 dos 47 alunos entrevistados responderam às questões que tratavam desse assunto e dessas,

³ Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais

apenas três respostas tocaram na característica fundamental do conjunto dos reais de que são números que servem para expressar qualquer quantidade ou grandezas contínuas. O restante indicou imagens bastante precárias e/ou inconsistentes.

Concepções dos alunos sobre os números reais

Sônia Barbosa Camargo Igliori

Benedito Antônio da Silva(2001)

Os autores tinham o propósito de abordar dois fatores que acreditavam estar envolvidos no processo ensino-aprendizagem dos números: a epistemologia e a transposição didática. Para isso, tomam o processo de elaboração do conceito de número real.

Para eles deve-se levar em conta muitos aspectos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem de números reais, apontando a necessidade de conhecer os porquês das concepções apresentadas pelos alunos. Para tal, realizam uma pesquisa comparativa entre as concepções dos alunos do ensino secundário brasileiro e as concepções já constatadas na França e Israel. As concepções nesses dois países foram levantadas a partir de três pesquisas já divulgadas realizadas por Robinet na França, E.Fischbein e C. Cohen e D. Tiroh em Israel. A segunda e terceira pesquisas tinham como objetivo, respectivamente, avaliar em que medida os obstáculos na conceituação dos irracionais constituem obstáculos de aprendizagem dos reais e avaliar as concepções dos alunos de 11 a 17 anos têm sobre o infinito.

No Brasil, os autores aplicaram um teste em 36 alunos iniciantes do curso de Ciências da Computação e 14 alunos finalistas do curso de licenciatura em Matemática.

Na análise comparativa, a pesquisa concluiu que, no Brasil, os alunos associam número à sua representação, irracionalidade à representação decimal ilimitada, não-exatidão e a número com aproximação. Os modelos concebidos pelos alunos para a reta real, são bastante semelhantes às concepções formuladas pelos alunos franceses e israelenses.

Ao compararem os alunos iniciantes e concluintes entrevistados, avaliaram que, apesar de na maior parte das vezes, ter havido evolução, relativamente ao índice de acertos, a maioria das concepções resistem após um curso introdutório de Análise Real, tratado de forma tradicional.

Reta Real: conceito imagem e conceito definição

Marisa da Silva Dias(2002)

Esta pesquisa investigou conceitos imagem e definição⁴ relacionados às propriedades da reta real e, particularmente, à noção de densidade entre os professores de matemática do ensino fundamental e médio do Estado de São Paulo. Para realizar a pesquisa, aplicou um teste diagnóstico nos professores e comparou com pesquisas nacionais e internacionais que mostravam concepções de alunos. A pesquisa confirmou que, em um mesmo segmento, as concepções dos professores são as mesmas apresentadas pelos estudantes. A investigação também mostrou a existência de conceito imagem e definição não coerentes com o conceito formal.

Metodologia

Adotamos uma pesquisa com enfoque fenomenológico, buscando uma reflexão exhaustiva dos processos adotados. Partiremos de uma análise quantitativa das respostas dos testes dos alunos para aprofundarmos nas concepções de números que são retratadas por eles. No entanto, como o quantitativo e qualitativo não se dão em momentos estanques e sim num movimento dialético de complementaridade, apresentamos um levantamento das respostas dos alunos na primeira fase da análise. A análise qualitativa estará pautada no conteúdo das respostas expressas nos testes aplicados nos alunos e nas entrevistas.

Tomando como referência os estudos dos currículos e programas dos diversos níveis de ensino, identificamos que o conteúdo de números reais está presente no ensino fundamental, por volta do último ano do ensino fundamental, no primeiro ano do ensino médio e no ensino superior, em curso de formação em matemática, nas disciplinas de formação básica(fundamentos) e na disciplina de Análise Matemática, no final do curso. Diante disso, optamos pela aplicação de um teste de conhecimentos sobre números reais em alunos do primeiro ano do ensino médio de uma escola pública de Pedro Leopoldo e alunos iniciantes e concluintes do

⁴ conceito imagem e conceito definição são noções desenvolvidas por Tall e Vinner(1981) que se relacionam aos processos cognitivos de aquisição e de expressão de um conceito pelo indivíduo.

curso de formação em matemática na FiPEL⁵. Dessa forma, esperávamos ter elementos para levantar as concepções de números reais nos diversos níveis de escolaridade e analisarmos a evolução dessas concepções à medida que o aluno vai aprofundando no estudo desse conteúdo.

As concepções dos alunos deveriam abranger os seguintes aspectos: como os alunos representam números reais e qual é a sua imagem geométrica, quais são suas noções sobre racionais, irracionais e como é a representação decimal (finita e infinita) e a noção de continuidade. Utilizamos perguntas que levariam o aluno a utilização, mesmo que de forma intuitiva, do teorema que diz que entre dois números há uma infinidade de números reais, racionais e irracionais. As propriedades da completude e incomensurabilidade de $\mathbb{R}$ também foram pesquisados no teste.

O teste constava de quatro questões sendo a primeira para ordenar uma série de números reais, a segunda identificar na reta a $\sqrt{2}$, classificá-la como racional ou irracional e dizer como quantos números há na reta entre o zero e a $\sqrt{2}$. A terceira questão, apresentava um quadro com vários números para que os alunos classificassem entre racionais ou irracionais, justificando sua escolha e a quarta questão o aluno tinha que relacionar a cardinalidade de dois conjuntos infinitos.

As Entrevistas

Ao fazermos o levantamento das possíveis concepções dos alunos nos três níveis investigados passamos a selecionar os alunos de todos os segmentos que seriam entrevistados. O principal objetivo das entrevistas era confirmar as concepções que foram categorizadas nos testes e identificar os possíveis motivos que levam a tais concepções.

Os critérios para seleção foram as respostas dadas pelos alunos. Procuramos selecionar alunos que expressaram respostas contraditórias entre as questões e que haviam se identificado no teste.

Foram selecionados para entrevistas 5 alunos iniciantes, 4 concluintes e 8 do ensino médio. Infelizmente, não conseguimos entrevistar todos por causa da disponibilidade dos alunos iniciantes e concluintes. Ao todo foram feitas 11 entrevistas, sendo 2 iniciantes, 2 concluintes e 7 de ensino médio.

⁵ Faculdades Integradas de Pedro Leopoldo

Organizamos uma entrevista semi-estrutura, ressaltando os pontos obscuros nas respostas dos testes dos alunos.

QUADRO COMPARATIVO DAS CONCEPÇÕES POR NÍVEL

CONCEPÇÃO	NÍVEL(IS) IDENTIFICADO(S)			
	EM	INI C	CON C	EXEMPLO
todo número que é racional é também irracional, ressaltando a idéia de que o conjunto dos racionais está contido no conjunto dos irracionais;	X	X		$4/9$ racional e também irracional
toda dízima é periódica	X	X	X	0,1213...o período é 1213
número ? é uma representação simbólica de 3,1416		X	X	
número fracionário negativo é irracional;	X		X	$-2/5$ é irracional
Número com representação decimal, é conjunto numérico próprio	X	X	x	0,55 não é racional e nem irracional é decimal
“número decimal” é qualquer número que pode ser dividido por dez	x	X		
“número decimal” é um número que se escreve com vírgula	x	x	x	
a reta é um conjunto discreto, retratando um modelo atômico para o reais	X	X		Entre 0 e 1 não tem nenhum número
a extensão da propriedade “o todo é maior que a parte” válida para conjuntos finitos	X	X	X	Há mais números naturais do que números pares positivos

aos conjuntos infinitos				
um número que tem representação decimal ilimitada é irracional	X	X	X	0,111...
número racional é número que se escreve em forma de fração		X	X	0,111... não é racional
números com representações decimal ilimitada são menores que os números com representação decimal limitada.	X	X		0,999... é menor do que 0,55
número irracional é um número que não é inteiro	X			3,1416 não é racional
Números racionais são inteiros positivos e negativos	X			-2/5 não é racional
fração é irracional	X	X		4/9 é irracional
Os conjuntos numéricos são disjuntos	X			Quando vão colocar em ordem, o fazem por grupos de números: naturais, racionais, irracionais
números irracionais são negativos	X			-2/5 é irracional
Números negativos são irracionais	X			-7 é irracional
números racionais são positivos	X			-2/5 não é racional
decimal é irracional;	X	X		1,5 é irracional
o zero não é número	X			
Irracional não é número, não existe	X			
o zero é neutro (não pertence a nenhum conjunto).	X	X	X	
Quanto mais algarismos	X			0,0054 é maior do que 0,55

depois da vírgula, maior é o número				
Número é o que representa quantidade	X			0,1,2,3,...(os naturais)
0,999.... é diferente de 1	X	X	X	0,999... é menor do que 1

ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES

Ampliação de conjuntos numéricos: *“todo número que é racional é também irracional, ressaltando a idéia de que o conjunto dos racionais está contido no conjunto dos irracionais”*

Esta concepção reflete que o aluno não está conseguindo entender a extensão dos conjuntos numéricos. Durante as entrevistas percebemos que este conceito, em geral, é trabalhado a partir de diagramas⁶ como seqüência de inclusão de conjuntos numéricos $N \subset Z \subset Q \subset R$. O diagrama é apresentado em alguns livros didáticos sugerindo que o conjunto dos irracionais envolve os racionais o que poderia levar os alunos a acharem que Q está contido em I . Outra noção muito difundida nos livros didáticos é de que os números reais resultam da união dos números racionais com os irracionais como se os irracionais preexistissem aos reais, o que reforça a idéia de que os irracionais envolvem os outros números já existentes.

A abordagem dos conjuntos em muitos livros didáticos não enfatiza um conjunto como ampliação do outro ou como um conjunto que vêm tentar cobrir as deficiências do outro. Por exemplo, o conjunto dos números racionais deve ser visto como uma extensão do conjunto dos naturais para ampliar a possibilidade de se efetuar divisões. A forma como são abordados os conjuntos numéricos pode justificar uma concepção apresentada pelos alunos do ensino médio de que os conjuntos numéricos são disjuntos e independentes, levando-os no momento de ordenar uma seqüência de números, fazê-lo fechado em cada conjunto numérico, como vimos nas respostas à questão 1 do teste.

Quando os alunos iniciantes e concluintes se referem aos números reais, o fazem como todos os números existentes ou como a união de Q e I . Já os alunos do

⁶ esse diagrama se apresenta como círculos concêntricos em que um conjunto está dentro do outro.

ensino médio, quando se referem aos reais os associam aos naturais ou, no máximo, aos racionais positivos. Estes alunos demonstram que a caracterização do número está ligada ao seu nome, real no sentido de existência e de sua utilidade para contar.

Como afirmam Igliori&Silva (2001) o processo de elaboração do conceito de número real é conflituoso, levantando alunos concluintes do curso de matemática, apesar de no geral apresentarem uma visão mais ampliada, apresentarem concepções idênticas às dos alunos do ensino médio.

O processo de elaboração do conceito de número real, exige noções que durante séculos criaram dificuldades filosóficas como: incomensurabilidade de grandezas, de infinito atual e potencial, de contínuo, de limite, entre outras. Portanto, verificamos na pesquisa que alguns obstáculos epistemológicos não estão sendo vencidos durante o processo de escolarização do aluno, levando-o a permanecer com noções intuitivas de número reais. Acreditamos que o processo de escolarização do aluno, no que se refere à matemática, tem um caráter longitudinal, sendo necessário pensar em práticas pedagógicas que propiciem modificar as concepções ou imagens conceituais que os alunos vão construindo em sua vida.

Dízima: *“dízima é um número que tem reticências no final e que repete algarismo sendo que toda dízima é periódica.”*

A noção de dízima periódica parece não estar sendo associada à representação decimal infinita no sentido de uma soma de infinitas parcelas, mas à repetição infinita de algarismos. Isso mostra que a imagem conceitual de dízima que os alunos têm é muito mais da sua representação escrita do que das funções que exerce no conjunto numérico. Tanto é verdade que a imagem que os alunos identificaram como dízima periódica foram os números $0,1213\dots$ e $0,111\dots$ porque havia repetição como enfatiza um aluno do ensino médio:

Aluno: eu acho que esse aqui $[0,111\dots]$ e esse aqui $[0,1213\dots]$ são...

Pesquisadora: por que você acha?

Aluno: porque eles vão continuando e não vão parar...vão ser infinitos os números...

Pesquisadora: no quadro... o que você chamaria de dízima?

Aluna A: 0,111... e 0,1213...

Pesquisadora: elas são dízimas da mesma natureza? Tem alguma diferença entre elas?

Aluna A: acho que tem...porque aqui sempre vai repetir o 1 e aqui vai voltar...

Pesquisadora: continua esse número [0,1213...]aqui para mim...

Aluna A: se tiver mais números?

Pesquisadora: é

Aluna A: vai continuar ele e depois vai voltar 1,2,3 e os outros números também...

Pesquisadora: tá...dízima sempre vai repetir em algum momento?

Aluna A: vai repetir...

As mesmas idéias sobre dízimas também podem ser notadas nos iniciantes:

Pesquisadora: você pode dizer que 3,1416 é ?

Aluna I: não

Pesquisadora: se ele não é 0 ?? que ele é?

Aluna I: é dízima

Pesquisadora: por que ele é dízima?

Aluna I: 3,..alguma coisa é dízima, né?

Pesquisadora: 1,2 é dízima?

Aluna I: dízima tem que ter os pontinhos

(...)

aluna I: esse não tem pontinhos então ele não é dízima...

pesquisadora: e os pontinhos querem dizer o que então?

Aluna I: que tem mais números

Pesquisadora: tem mais números? Quantos?

Aluna I: não sei...a gente não pode definir quantos mais que vão ter não...

Nesses diálogos, podemos perceber que o que determina a dízima para essa aluna é a repetição dos algarismos e o fato de ter reticências. A parte que repete no

número não está associada a possibilidade de sua representação na forma fracionária ou à soma infinita de frações.

Como no trabalho de Robinet(1986), as respostas dos testes e as entrevistas apontaram que os alunos associam dízimas periódicas com irracionalidade e esta à representação decimal infinita.

Os alunos desta pesquisa associam dízimas periódicas à irracionalidade, o mesmo ocorrendo na pesquisa de Soares e outros(1998).

Importante destacar que nenhum aluno em todos os segmentos sabia da igualdade entre 0,999....e 1. Quando foram questionados nas entrevistas sobre a relação de ordem entre esses dois números diziam que 0,999.... era muito próximo de 1, mas que não podia ser nunca 1. Diante das outras concepções apresentadas pelos alunos do ensino médio, não poderíamos estranhar essa idéia, mas quando nos voltamos para os concluintes é preocupante. Mesmo demonstrando, através de cálculos da soma infinita, os alunos em todos os níveis ainda duvidam e não aceitam tal resultado.

Ao consultar os livros didáticos mais utilizados nas escolas básicas hoje, percebemos que não há uma discussão sobre a representação dos números reais por meio de expressões decimais. Como já relatamos, os alunos não vêem significado nas reticências no final do último dígito dos números. O máximo que dão conta de entender é que o número não é exato ou que não tem fim. O estudo das seqüências convergentes, faz parte do curso de Análise Matemática, onde deve ser visto que a representação decimal de um número real x é uma soma com infinitas parcelas de números racionais. Portanto, em 0,999.... temos a expressão:

$$a_n = 0 + \frac{9}{10} + \frac{9}{10^2} + \frac{9}{10^3} + \dots + \frac{9}{10^n}, n = 0,1,2,\dots$$

quando se substitui x por a_n , o erro cometido não é superior a $\frac{1}{10^n} = 10^{-n}$

Assim, a cada n , vamos aproximando cada vez mais de x , pois tem-se uma seqüência não-decrescente de números racionais que são valores cada vez mais aproximados do número real x . Para um aluno concluinte, que está cursando Análise Matemática a idéia de que um número real x é o limite desta seqüência de números racionais pode até não ser novidade, mas a relação desta construção com a

representação decimal do número, que é trabalhada na escola básica, pareceu-nos totalmente desconhecida.

Segundo Lima(1997), a igualdade $0,999...=1$ costuma causar perplexidade, como aconteceu entre os alunos de nossa pesquisa e sugere que a única maneira de convencer os alunos seria esclarecer que o símbolo $0,999....$ na realidade significa o número cujos valores aproximados são $0,9; 0,99; 0,999$; etc. Isto mostra que a soma acima é igual a 1, portanto o símbolo $0,999...$ é 1. Entretanto, nos livros didáticos consultados, não encontramos a discussão, mesmo que intuitiva, desse caso. As dízimas periódicas são definidas dando ênfase à representação escrita do número, número que repete algarismos ou que tem período. Sabemos que a relação entre símbolo e seu significado não é tão simplificada como querem nossos autores de livros didáticos.

A igualdade entre $0,999....$ e 1 aparece para o aluno concluinte como um paradoxo levando-o à resistência, já para os iniciantes e alunos do ensino médio, essa questão nem se coloca. Para os últimos, a representação decimal de um número é na verdade um novo tipo de número, incluindo entre os conjuntos numéricos o “conjunto dos números decimais”.

Vale ressaltar que não há nada de natural na igualdade acima, sendo, no mínimo, de aparência estranha. Para esclarecer essa estranheza é preciso que o aluno entenda que $1=0,9999....$ é o resultado de igualdade entre números. Um número com representação decimal finita 1 ou $1,0$; e outro, com representação decimal infinita: $0,9999.....$

Número π “número π é uma representação simbólica de 3,1416 e é irracional”

Esta concepção apareceu nos alunos iniciantes e concluintes, uma vez que entre os alunos do ensino médio, o π era praticamente um desconhecido. Os iniciantes e concluintes o classificaram como irracional porque, em geral, os livros didáticos o colocam como exemplo de número irracional quando vão definir o conjunto dos irracionais. Não pudemos perceber se os alunos fazem a relação entre o número π - razão entre o diâmetro e perímetro da circunferência – e a incomensurabilidade entre esses dois segmentos. Os alunos demonstram que a imagem que têm é apenas do símbolo. Ao utilizarmos o número π temos que lidar com aproximações, isto é, substituir um número por outro suficientemente próximo,

por algum motivo, a associação de π com uma de suas aproximações 3,1416 acaba assumindo o seu lugar. No entanto, o professor deve cuidar para esclarecer ao aluno de que se trata de um processo de simplificação, com o objetivo de fazer cálculo estimativo rápido ou mental, reconhecer algo ou comparar ou mesmo para fazer uma comunicação, mas que 3,1416 não é o número π . Vale ressaltar também uma resposta entre os concluintes que associava o número π ao arco do círculo de raio 1 que mede π radianos.

Números racionais: *“números racionais são números positivos ou números positivos maiores que 1, números inteiros, frações, número que existe, número exato, número que dá para dividir”*

As concepções apresentadas pelos alunos demonstram que a fração está associada a idéia de fracionar, dividir, não se representando como a razão entre duas partes tomadas e o todo ou a medida de um segmento. Ao se depararem com uma fração, a imagem que os alunos têm é de uma divisão de naturais e, conseqüentemente, esperam dois resultados: quociente e resto e não um número.

A idéia de racional também está associada à existência do número ou da sua representação simplificada e ao uso cotidiano dele.

Alguns alunos responderam que $A(\sqrt{2})$, na questão 2, é um número racional. No entanto, ao dizerem quantos elementos tinham entre $[0,A]$, desconhecem que todo subconjunto de $\mathbb{N}$ não-vazio, limitado, possui um maior elemento, enquanto em $\mathbb{Q}$, que é uma ampliação de $\mathbb{N}$, nada disso acontece, embora todo subconjunto seja enumerável.

Voltamos a insistir na necessidade de construir os racionais a partir da insuficiência dos naturais e da necessidade de expressar numericamente as partes da unidade. O pouco cuidado na abordagem dos racionais, como vimos nos livros didáticos analisados, geram dificuldades no momento de entender os reais, uma vez que há elementos conceituais importantes do ponto de visto do ensino-aprendizagem envolvidos no estudo dos números racionais. Dizer formalmente que números racionais são números que se escrevem na forma p/q , q diferente de zero, não representa muito para um aluno do ensino fundamental, se não houver a passagem da idéia de fração de um todo ao conceito abstrato de número racional,

levando-o a demonstrar a concepção de que o conjunto numérico a que o número pertence é determinado pela sua representação e não pelas propriedades a eles atribuídas.

Números irracionais: *“números irracionais são números fracionários negativos, números negativos, frações, números com representação decimal ilimitada, números com vírgula, números que não existem, números que não são exatos, números decimais e número muito pequeno”*

A pesquisa aponta que os alunos não sabem o que é um número irracional propriamente dito. Sempre os associam à idéia de imprecisão, não-exatidão e a algo exótico, cuja existência é duvidosa. Como nos racionais, reconhecem os irracionais pela sua representação escrita e não pelas propriedades que lhe são atribuídas.

Interessante também é a associação que fazem entre frações e irracionalidade. Vimos nos livros didáticos que a abordagem sugerida para os irracionais não explora as noções de incomensurabilidade, continuidade e infinito que são relativamente sofisticadas. Considerando que, tanto os alunos do ensino médio quanto os iniciantes e concluintes apresentaram as mesmas concepções. Para esses últimos a definição formal dos números reais, feita na disciplina de Análise Matemática, pouco contribuiu para abandonarem suas imagens construídas ao longo de sua vida escolar. Como em outras pesquisas, esta indica que “o aluno tende a manter as suas imagens conceituais e acrescentar a elas uma versão (possivelmente distorcida) da definição formal apresentada”(Soares e outros,1998).

Como parece que a abordagem dos conjuntos numéricos nos níveis básicos de ensino não é feita com o cuidado suficiente, limitando-se os racionais à idéia de divisão entre inteiros. Já a idéia de representação decimal infinita se associa à irracionalidade.

Os alunos relacionam a idéia de infinito com algo grande ou de grande quantidade, associando-o à irracionalidade e esta à representação decimal. Parece que tomam o termo ao pé da letra, irracional como sendo algo não “humano”. Sendo assim, tudo que foge à naturalidade da contagem torna-se irracional e, conseqüentemente, não é número.

Representação decimal do número: *“números com representação decimal infinita são menores que os números com representação decimal finita”.*

Para os alunos as reticências no final do número significam repetição ou que o número vai continuar. Quando vão ordenar os números com representação decimal finita os consideram maiores do que os com representação decimal infinita. Podemos supor que a associação com o infinito dê um status menor a esse número que os números com representação decimal finita. Seguindo esse raciocínio, os critérios para ordenação utilizados pelos alunos do ensino médio não é a ordem de grandeza do número e sim o grupo a que o número pertence. Por exemplo, os números naturais e inteiros e os “decimais finitos” representam maior capacidade de existência do que os “decimais infinitos”, fazendo com esses últimos fiquem numa escala inferior que os outros.

Relação de ordem : *“Quanto mais algarismos depois da vírgula, maior é o número”*

Esta forma de ordenar números com representação decimal apareceu nos alunos do ensino médio, quando lidavam com decimais que envolviam o zero. Segundo Lins(1997), o emprego do zero é um mecanismo que funciona de distintas formas segundo a situação em que apareçam. Ao comparar um número na representação decimal, cujo zero esteja inserido, alguns alunos ignoraram os zeros dos números 0,0054... e 0,55 e disseram que o primeiro era maior porque tinha mais casas. Veja alguns trechos de entrevistas:

Pesquisadora: entre 0,55; 0,999... e 0,0054... o que você levou em consideração para colocar nesta ordem?

Aluna L: olho a ordem do menor para o maior

Pesquisadora: 0,0054... é maior do 0,55? Por que?

Aluna L: por causa das casas

Pesquisadora: por que esse aqui tem mais casas decimais que esse?

Aluna L: Isso

Quando adotam esse raciocínio os números decimais estão sendo interpretados como pares de números inteiros, ordenados por critérios que, em

alguns casos, podem dar respostas como a acima. Quando os números que estão sendo comparados tem o mesmo número de casas depois da vírgula, os alunos disseram que olharam o valor do número formado excluindo-se o zero, por exemplo:

Pesquisadora: por que aqui tem quatro casas e é menor que esse que também tem quatro casas?

Aluna V: porque é 9999 [o outro número era 0,0054... e o que a aluno fala era 0,9999...]

Em outros casos, se o número tem representação decimal infinita, mesmo com maior número de casas, é considerado menor que outro com menos casas depois da vírgula, com representação ilimitada.

Outras formas de ordenar os números sugerida pelos alunos, foram: primeiro os naturais seguidos dos decimais de acordo com o número de casas depois da vírgula e finalmente as frações ou ainda iniciar pelos negativos, depois os decimais e finalizar com os naturais, mesmo que entre estes tenha o zero. Alguns alunos iniciaram do zero, mesmo tendo números negativos na série de números e justificaram afirmando que “o zero é o início de tudo”.

A noção de ordem entre os reais só vai ficar clara para os alunos se esses conseguirem estabelecer a relação com os comprimentos dos segmentos relacionados àqueles números. Quando ordenamos números na representação decimal a regra que seguimos é a seguinte: a primeira casa decimal em que aparecem algarismos distintos define qual número é maior.

Vimos na pesquisa que a interpretação geométrica dos reais é superficial ou mesmo inexistente. Essa falha pode acarretar a forma como os alunos do ensino médio estão ordenando os números na representação decimal, pois focam apenas na sua escrita e o associam com os naturais, nos seus valores absolutos. Apesar de Soares e outros(1998) acreditarem que “todo mundo sabe comparar números reais na forma decimal” nossa pesquisa mostrou que os alunos pesquisados do ensino médio não fazem parte desse “todo”.

O fato é que, como outras pesquisas, esta aponta que os alunos não têm um conhecimento razoável dos decimais, indicando que eles precisam de modelos visuais de décimos, centésimos, etc, para compreenderem o sentido do número na representação decimal. Apesar desses alunos estarem cursando o primeiro ano do

ensino médio, demonstram que não têm domínio das idéias de números decimais, fazendo com que o professor faça um diagnóstico detalhado do progresso de cada aluno nas questões que envolvam tais números.

Outro aspecto a ser considerado quando se pede um aluno para ordenar números é entender que quando se ordena como imagem absoluta, implica nas relações “maior que” e “menor que”. Quando lidamos com números decimais e os associamos à representação de reta numérica, associamos as idéias de “maior que” e “menor que” à “estar à direita de” ou “à esquerda de”. O aluno tem que fazer o raciocínio aritmético e ao mesmo tempo geométrico.

Continuidade e densidade: *“a reta é um conjunto discreto, retratando um modelo atômico para o reais. Os conjuntos numéricos são disjuntos.”*

O fato dos alunos dizerem que existem infinitos números no intervalo $[0,A]$ na questão 2d, não significa que entendem a relação dos números reais com a reta e que percebem o conjunto R como um contínuo numérico. Na verdade, a disposição de Q na reta real é fundamental para a intuição do papel dos irracionais, o que poderia esclarecer aos alunos do que significa completar os buracos deixados pelos racionais na reta. Como os conjuntos numéricos muitas vezes são introduzidos e representados apenas a partir de diagramas de inclusão, que muitas vezes não são entendidos pelos alunos, a passagem aos irracionais, que é uma construção relativamente complexa, torna-se um simples jogo simbólico cujos representantes seriam as raízes não exatas e alguns números “diferentes” como o π ?

É fundamental para a construção dos reais, que os conjuntos numéricos, em particular o I seja construído a partir da percepção das limitações de Q em relação ao modelo de continuidade da reta. Assim, a idéia básica é de adjunção e não de inclusão dos irracionais para ampliar os racionais. Concluímos que os números irracionais pouco representam no sentido numérico do aluno, pois a eles associam a idéia de coisas pouco familiares e até mesmo de inexistência. Os alunos simplesmente, quando se deparam com os irracionais, transferem a eles a idéia de inclusão que lhes foi passada na introdução dos conjuntos Z e Q . Como no fundo não há uma discussão conceitual dos irracionais e até mesmo dos racionais, uma vez que há predominância entre os alunos da representação do número em detrimento de suas funções, idéias sofisticadas como as de limite, continuidade e

infinito não são trabalhadas nem a nível intuitivo, justificando, assim, a concepção de que a reta é um conjunto discreto de pontos.

Quando os alunos ordenam uma sequência de números por conjuntos como vimos na questão 1 (0 , 1 , 13 , 0,55 , 0,0054 , 0,9999 , $-1/4$, $r/2$); demonstram que a extensão de conjuntos a partir da função que esse número irá exercer pautando nos conceitos de continuidade não está clara para eles. Esta concepção incorreta da construção dos números racionais e irracionais pode se constituir em obstáculos para a compreensão de conceitos importantes para a construção dos reais como incomensurabilidade e representação decimal infinita.

Foi muito comum os alunos falarem que $\mathbb{R}$ representa uma reta, ou que cada ponto da reta corresponde a um número real, mas nem de longe demonstram que atribuem à reta propriedades específicas dos reais, como a continuidade, densidade e outras. O aspecto que predomina quando fazem essa associação parece ser o aspecto quantitativo, no que diz respeito à infinidade de pontos.

Conjuntos infinitos: *“a extensão da propriedade “o todo é maior que a parte” válida para conjuntos finitos aos conjuntos infinitos.”*

Quando os alunos respondem, na sua maioria, na questão 4 que o conjunto dos números naturais tem mais elementos do que o conjunto dos naturais positivos pares, percebemos que fazem a comparação que seria verdadeira quando os objetos de comparação são conjuntos finitos. Nestes, não é possível que se retire um elemento e eles continuem com tantos elementos quantos tinham antes. Nos conjuntos infinitos a dificuldade aparece porque a idéia de “tantos quanto” que nos conjuntos finitos se resolve por contagem não se aplica, pois como contar um conjunto infinito?

Duas coisas podemos afirmar: primeiro é que a matemática escolar trabalha com um conjunto de afirmações que nem sempre tem os significados que lhes são atribuídos no cotidiano. O processo de construção dos números reais vai exigir que se conclua com os alunos que números são objetos abstratos que aplicamos aos objetos concretos com os quais queremos medir, contar e representar e a partir daí produz-se um conjunto de princípios que definem número. É um processo mais complexo do que pode parecer, pois nem sempre vamos nos basear em experiências concretas. Segundo, é que da forma como o ensino de números reais

vem acontecendo não está conseguindo fazer com os alunos modifiquem suas imagens conceituais que trazem de suas experiências cotidianas ou do início de sua escolarização.

Considerações Finais

A pesquisa mostrou que a mudança de concepções dos alunos, à medida que avançam em sua escolarização, é muito pequena. Basicamente as concepções apresentadas pelos alunos do ensino médio também foram apresentadas pelos alunos iniciantes e concluintes do curso de Matemática.

Observa-se nas concepções dos alunos que falta uma visão global dos conjuntos numéricos: como se situa um dentro do outro, as propriedades que são generalizadas para o campo mais amplo e aquelas que são específicas do conjunto mais restrito. O que predomina é a representação escrita do número em detrimento de suas propriedades algébricas no campo numérico em construção, ou seja, os alunos não fazem uma distinção clara entre o conceito e a representação dele.

Parece que a disposição de Q na reta, que consideramos fundamental para a intuição do papel dos irracionais, ao completar os buracos deixados pelos racionais na reta de modo a construir-se R como contínuo numérico, é trabalhada mais no campo figurativo. Os alunos afirmam que vão existir buracos na reta se colocarmos apenas os racionais e complementam que esses buracos serão preenchidos pelos irracionais, mas não têm a percepção de que não existem intervalos reais formados apenas de frações ou de inteiros ou mesmo dos naturais.

Ao lidarem com os racionais, os alunos operam com os princípios válidos para os naturais, demonstrando que números são os que se aplicam na contagem, isto é, os naturais. Outro aspecto preocupante nas concepções apresentadas pelos alunos é de que ao trabalhar com a representação decimal finita e não periódica não demonstram nenhum domínio dos elementos conceituais a serem destacados no estudo das representações finitas e periódicas, uma vez que não diferem uma representação da outra e não fazem ligação dessas com os racionais. Para os alunos pesquisados, os decimais não são uma forma de representar o número racional. Outra ligação difícil foi a que fizeram entre fração e número racional. Parece que os alunos entendem fração apenas como resultado da operação de divisão levando-os às dificuldades na construção do conceito de número.

As repostas dos alunos em todos os segmentos, demonstram, como em Robinet(1998) que as propriedades dos conjuntos numéricos são predominantemente a escrita e suas propriedades práticas e não suas propriedades algébricas .

A relação dos reais com a reta é mecânica, demonstrando ausência de imagens mentais fazendo uma mistura entre modelo matemático e modelo psicológico.

O avanço que percebemos do segmento do ensino superior em relação ao ensino médio, localiza-se no domínio da simbologia e na ampliação de números reais como números que envolvem os racionais. Para os alunos do ensino médio, os números reais estavam associados aos naturais. No entanto, os conceitos que esperávamos que fossem demonstrados pelos concluintes, como os de continuidade e densidade não se mostraram satisfatórios, pelo contrário, os concluintes explicitaram uma fragilidade conceitual em aspectos básicos, como a noção de racional, fração, representação decimal, etc.

As concepções levantadas nas pesquisas apontam para a grande dificuldade com a formalização de conceitos como densidade algébrica, continuidade e incomensurabilidade, presentes nas noções Análise Matemática, pois os alunos estão apresentando, ainda no ensino superior, concepções periféricas e primitivas demonstrando pouca ou nenhuma evolução das concepções dos alunos do ensino médio. Tais concepções remontam às idéias dos tempos de Euclides e Aristóteles reforçando um distanciamento para a evolução dos tempos de Dedekind e Cantor.

BIBLIOGRAFIA

- AVILA, G. Eudoxo, Dedekind, números reais e ensino de Matemática. *Revista do Professor de Matemática*. n.7.p.5-10, 2º semestre. 1985
- _____. *Análise Matemática para Licenciatura*. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2001
- _____. *Introdução à Análise Matemática*. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2000
- BOGDAN, R., BIKLEN, S. *Investigação Qualitativa em Educação. Uma introdução à Teoria e aos Métodos*. Trad. Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. MEC, 1998.

- CARAÇA, B.J. *Conceitos Fundamentais da Matemática*. Ed. Revista por Paulo Almeida. Liboa: Gradiva,1998
- DAVID,M.M.S;FONSECA,M.C.F.R. Sobre o conceito de número racional e a representação fracionária. *Presença Pedagógica*. v.3,n.14, mar/abr,1997, pp.56-67
- DIAS,M. S. Reta Real: conceito imagem e conceito definição.In: VI EBRAPEM, 08 a 09 de novembro de 2002, Campinas. *Anais. A Pesquisa em Educação Matemática: múltiplos olhares sobre sua produção e perspectivas teórico-metodológicas*. Campinas: Ed. E Graf. Unicamp,2002. 16-20
- GIOVANNI,J.R.CASTRUCCI, B. GIOVANNI,J.R.Jr. *A Conquista da Matemática*. São Paulo: FTD,
- IEZZI,G. DOLCE,O.MACHADO,A. *Matemática e Realidade*. São Paulo: Atual,1991.
- IGLIORI, S.B.C.SILVA,B.A. Concepções dos alunos sobre números reais. In: *Educação Matemática: a prática educativa sob o olhar de professores de cálculo*. (org) Jonas Lachini, João Bosco Laudares. Belo Horizonte: FUMAC,2001,pp.39-67
- IMENES,L.M.P.LELLIS,M.C. *Matemática*. São Paulo: Scipione,1997
- LIMA,E.L. et. al. *A Matemática do Ensino Médio*. Vol. 1. Rio de Janeiro: SBM,1997 (Coleção do Professor de Matemática)
- LINS,R.C.;GIMENEZ,J. *Perspectivas em Aritmética e Álgebra para o século XXI*. 4ª ed. Campinas,SP:Papirus,1997 (Perspectivas em educação matemática)
- LOPES, A.J. *Matemática Hoje é feita assim*. São Paulo: FTD,2000 (Coleção matemática é feita assim)
- MARCHESI,A. *Inversão de mão na rua dos racionais: dos números com vírgula para os fracionários*. In: Por trás da porta, que matemática acontece? Dario Fiorentini e Maria Ângela Miorim(orgs). Campinas,SP: Ed. Graf.UNICAMP- Cempem,2001, pp.83-120
- MOREIRA,P. C.; DAVID, M. M. S. *Matemática escolar,matemática científica, saber docente e formação de professores*. 2003. (no prelo)
- NIVEN, I. Números: racionais e irracionais. *Coleção Fundamentos da Matemática Elementar*.Rio de Janeiro:Sociedade Brasileira de Matemática.1984
- PONTE, J.P. A vertente profissional da formação inicial de professores da matemática. *Educação Matemática em Revista*. ano 9, n.11, abril,2002, pp.3-8.

ROBINET, J. Les Réels:Quels Modèles em ont les Élèves? *Educational Studies in Mathematics*. 17 By D. Reidel Publishing Company, p.359-386,1986

SOARES,E.F.; FERREIRA,M.C.C.; MOREIRA,P.C. *Números Racionais e Reais: as concepções dos alunos e a formação dos professores*. UFMG/SPEC/CAPES,1998

0304CC DIFICULDADES NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Dirceu Cenem dos Santos¹

Marger da Conceição Ventura Viana (orientadora)²

Roseli de Alvarenga Corrêa (orientadora)³

RESUMO

Este projeto foi desenvolvido para escolas públicas do Ensino Fundamental de Ouro Preto que se dispuseram a participar. Como aluno da Licenciatura em Matemática da UFOP, foi possível constatar que o processo de ensino e aprendizagem de Geometria não vem ocorrendo de forma satisfatória. Entretanto, a Geometria pode apresentar aos alunos o conhecimento de novas informações e instrumentos para continuar aprendendo, levando-se em conta que, saber aprender é condição básica para prosseguir aperfeiçoando ao longo da vida. Assim, pode-se desenvolver a autonomia, sempre relacionando a Matemática com outras áreas do conhecimento. Assim o objetivo desse trabalho é desvendar as dificuldades apresentadas por alunos de Ouro Preto. Foi realizada uma breve revisão bibliográfica, em fontes de pesquisa sobre o tema. As escolas serão convidadas a participarem. As pesquisas de campo serão realizadas para coleta de informações necessárias para o encaminhamento de soluções. Serão elaborados guias de entrevistas, questionários e de observação para serem aplicados a professores, alunos e diretores com a finalidade de analisar a situação em que se encontra o processo de ensino e aprendizagem de Geometria. Será proposta a criação de um grupo de estudo, para confronto de idéias e experiências que poderão contribuir para o encaminhamento de soluções.

¹ UFOP dirceu100br@yahoo.com.br

² UFOPventuraviana@aol.com

³ UFOPcorrea@feop.com.br

Uma rápida análise do sistema educacional brasileiro revela a necessidade de construção de uma educação básica voltada para a cidadania. Isto não se resolve somente com a garantia de oferta de vagas, mas sim oferecendo um ensino de qualidade, ministrado por professores atentos à dinâmica social e às suas implicações no ambiente escolar.

Nesses últimos anos, participamos de um curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto. O escolhemos como determinante da futura profissão: Educador Matemático, e deparamos com a oportunidade de estar mais atento à dinâmica escolar, realizando reflexões sobre os processos de ensino e aprendizagem a que fomos e somos submetidos e que ainda estão vivos e são praticados por grande parte dos docentes, principalmente em Ouro Preto e arredores, região onde nascemos e estudamos.

Estas análises e reflexões acerca do que é Educação e sua importância, fez com que despertassem dentro de nós a vontade de estar podendo contribuir de certa forma para melhorar a situação precária em que se encontram as instituições de ensino, principalmente no que se refere à Educação Matemática.

Como consequência dos estágios de observações e de regência realizados no curso de Licenciatura em Matemática, foi possível constatar que o ensino e aprendizagem de Matemática está muito debilitado, devido a diversos fatores. Uma questão que nos chamou a atenção naqueles estágios, que foram de muita importância para nossa formação enquanto Educadores Matemáticos, foi perceber a precariedade com que a Geometria é tratada principalmente no Ensino Fundamental.

Deparamo-nos com alguns professores despreparados, desinformados e conseqüentemente, indiferentes a importância deste conteúdo para o processo de ensino e aprendizagem. Na oportunidade observamos determinados professores transmitindo informações incorretas acerca da Geometria.

No curso de Licenciatura também tivemos a oportunidade de participar durante 3 anos e meio, do Projeto Matemática na Escola coordenado pela prof^a. Dr^a. Roseli de Alvarenga Corrêa, que nos deu grande suporte à formação, completando de forma inigualável o curso de Matemática, tornando-se um diferencial na futura profissão. Neste projeto, tivemos a oportunidade de estar em contato com os professores da região, pois, inclusive oferecemos cursos e oficinas para os mesmos.

O primeiro curso que oferecemos foi sobre Geometria, no qual trabalhamos durante um ano. Na ocasião, os professores puderam desabafar seus temores a respeito da Geometria e então conseguimos compreender um pouco mais o que acontecia nas escolas.

A maioria dos professores não gostavam de ensinar Geometria, ou porque tinham medo ou porque detestavam o conteúdo, já que muitas vezes não tiveram a oportunidade de estudá-la de forma adequada no período escolar ou porque na verdade nunca tiveram contato com a mesma. Dessa forma acabavam passando insegurança para os alunos que em consequência acabariam tendo sérias dificuldades de aprendizagem.

Um dos causadores deste problema, foi o Movimento da Matemática Moderna que priorizou outros conteúdos, deixando a Geometria de lado, às vezes aparecendo no final dos livros didáticos. Então, nunca sobrava tempo pra se ensinar Geometria. Todos estes relatos mostravam que tantos os professores e até nós mesmos, estivemos dentro de um processo que causou enormes traumas dentro do ensino de Matemática que precisam ser superados com urgência.

Segundo VIANA (2003, p.13) a influência deste movimento *“Pode ser caracterizada como responsável pelo atual desempenho dos alunos em geometria, pois não a ensinaram nos moldes da Matemática Moderna e descuidaram da euclidiana”*.

De acordo com KALEFF (1994, p.19),

“Durante séculos, a Geometria foi ensinada na sua forma dedutiva, até mesmo para adolescentes que quase sempre recorriam à memorização (decorando) para enfrentar as dificuldades lógicas apresentadas pelo método dedutivo. Ainda assim, a Geometria formava a base das Ciências Exatas, da Engenharia, da Arquitetura e do desenvolvimento tecnológico. A partir da metade do nosso século porém, o chamado movimento da “Matemática Moderna” levou os matemáticos a desprezarem a abrangência conceitual e filosófica da Geometria Euclidiana, reduzindo-a um exemplo de aplicação da Teoria dos Conjuntos e da Álgebra Vetorial.”

Em muitos casos, a Geometria é confundida com Desenho Geométrico, sendo trabalhada separadamente da Matemática e por professores despreparados para favorecer um ambiente de ensino e aprendizagem adequado, de acordo com o verdadeiro sentido da Educação Matemática.

Durante os cursos que oferecemos, procuramos estar sempre trabalhando a Geometria de uma forma diferente e dinâmica, pois é o conteúdo da Matemática de que mais gostamos e no qual procuramos estar desenvolvendo trabalhos. Todos os professores participantes dos cursos conseguiam perceber o quanto a Geometria é importante e prazerosa de ser trabalhada, tornando-se uma grande aliada no processo de ensino e aprendizagem da Matemática.

A geometria nos possibilita um trabalho muito mais concreto do que em outros conteúdos, podendo fazer relações com Educação Artística, com o próprio espaço que o aluno vive e conhece, etc. De acordo com Pogorélov, citado por VIANA (2003, p.12) podemos perceber algumas considerações a respeito do ensino de Geometria:

“a tarefa essencial do ensino de Geometria na escola consiste em ensinar o aluno a raciocinar logicamente, argumentar suas afirmações e demonstrações. Bem poucos dos que saem da escola serão matemáticos, menos ainda serão geômetras. Também haverá os que não usarão nem uma vez, em sua vida prática, o Teorema de Pitágoras. Sem dúvida, dificilmente haverá um só que não precisará raciocinar, analisar ou demonstrar”.

Assim podemos utilizar o grande potencial que os alunos, na maioria das vezes possuem em lidar com o contexto em que vivem ou a possibilidade de explorar a informática ou a facilidade e vontade de descobrir este novo mundo, e transformar este espírito investigador em uma ferramenta para conseguir bons resultados a partir de um trabalho bem elaborado.

Devemos reconhecer também o valor do ambiente natural no que se refere à educação, dada a natureza curiosa dos alunos do Ensino Fundamental, principalmente nas séries iniciais. Uma abordagem adequada de determinado assunto, objetivando a aprendizagem de um dado conteúdo, e utilizando o amplo espectro de possibilidades que o ambiente oferece, pode resultar em algo mais do

que a simples compreensão dos conceitos ensinados, e também favorecer o aguçamento da curiosidade natural que os alunos têm dentro de si, e consequentemente, num aumento de interesse pelas aulas e, principalmente no prazer de aprender.

Desde as mais remotas épocas, o homem tem aprendido a sobreviver e a desenvolver suas habilidades físicas e mentais observando a natureza. Fauna e flora são fontes inesgotáveis de idéias, por vezes simples, por vezes complexas, mas que freqüentemente ajudam o homem a enfrentar os obstáculos que a vida lhe propõe. Ciências como a Física, a Química, a Biologia, a Matemática e a Astronomia tiveram muitos dos seus princípios e leis estabelecidos graças ao olhar atento de observadores curiosos em compreender o mundo em que vivemos, sob todos os aspectos.

De acordo com PEREZ (1993, p.84):

“Dentre os conteúdos de Matemática, a Geometria permanece ausente. Porém em tudo o que construímos, fazemos, ou vislumbramos, a Geometria está presente. Ela é parte integrante da nossa vida, em todos os momentos. Assim, por que não “resgatar o já sabido” ou conhecido dos alunos, acerca desse conteúdo?”

Apesar da preocupação que se tem observado com o ensino de Geometria entre os pesquisadores em Educação Matemática, especialmente a partir da década de 80, são ainda discretas as mudanças nesse quadro.

Muitas vezes, os professores ignoram as propostas curriculares oficiais e sua prática pedagógica, em geral, não se identifica com os conteúdos e orientações metodológicas de tais propostas. Isso não ocorre porque, tais professores estejam em desacordo com elas, mas porque não tiveram a oportunidade de analisá-las ou sequer conhecê-las.

O professor, em geral, toma como referência para suas aulas um único livro didático, sem ter oportunidade de conhecer e analisar a proposta do autor e suas concepções de ensino.

Segundo DAVID (2001, p.9), deve-se discutir três questões relevantes relacionadas com o ensino de Geometria:

“O que se ensina de Geometria; Os conhecimentos de Geometria dos professores (e de alunos) e Por que ensinar Geometria. O tratamento dessas questões se reveste de fundamental importância em virtude do despreparo e da insegurança por um grande número de professores quando o assunto é o ensino de Geometria e, mais especialmente, o ensino de Geometria no primeiro segmento do Ensino Fundamental, onde, tradicionalmente, toda a ênfase tem sido colocada na aprendizagem dos números e das operações.”

No entanto, acredita-se que maior que a dificuldade como o ensino de Geometria é a omissão deste ensino. Por achar a geometria essencial para o desenvolvimento intelectual e interdisciplinar, ela deve ser trabalhada em todos os bimestres, paralela a todos os conteúdos possíveis, fazendo sempre relações com a vida fora da sala de aula.

A Geometria pode apresentar aos alunos o conhecimento de novas informações e instrumentos necessários para que seja possível a ele continuar aprendendo, levando-se em conta que, saber aprender é condição básica para prosseguir aperfeiçoando-se ao longo da vida. Com isto, pode-se desenvolver a autonomia, sempre relacionando a Matemática com outras áreas do conhecimento.

Apesar de existir professores que se preocupam com o ensino e aprendizagem de Geometria, eles não conseguem entender porque os alunos não gostam de Geometria e não conseguem entender demonstrações e abstrações. Segundo NASSER (1987, p31), a resposta a estas questões

“deve ser mais profunda, isto é, deve ser baseada não apenas na questão didática, mas também no aspecto cognitivo. Isto significa que outras perguntas devem ser consideradas: Como os conceitos geométricos são formados? A formação dos conceitos geométricos está sujeita a uma idade cronológica, ou a estágio piagetiano? Será possível antecipar a formação desses conceitos com instrução apropriada?”

De fato, não basta revermos a forma ou metodologia de ensino, se mantivermos o conhecimento matemático restrito à informação, com as

definições e os exemplos, assim como a exercitação, ou seja, exercícios de aplicação ou fixação. Se os conceitos são apresentados de forma fragmentada, mesmo que completa e aprofundada, nada garante que o aluno estabeleça alguma significação para as idéias isoladas e desconectadas uma das outras.

Podemos perceber também, que não basta termos um único livro como estrutura guia no processo de ensino aprendizagem, pois nenhum material didático é suficiente para fortalecer este processo. Devemos sempre estar procurando formas alternativas, seja em outros livros, pela Internet, que possui um vasto ambiente de pesquisa, e em outros conteúdos e disciplinas, sempre interligados com o nosso contexto.

A partir dos anos setenta, iniciou-se um movimento para retomar o ensino da Geometria, com muitas pesquisas e estudos acerca deste assunto. Podemos destacar alguns objetivos segundo KALEFF (1994, p.21):

- *“Induzir no aluno o entendimento de aspectos espaciais do mundo físico e desenvolver sua intuição espacial e seu raciocínio espacial;*
- *Desenvolver no aluno a capacidade de ler e de interpretar argumentos matemáticos, utilizando a Geometria como o meio para representar conceitos e as relações Matemáticas;*
- *Proporcionar ao aluno meios de estabelecer o conhecimento necessário para auxiliá-lo no estudo de outros ramos da Matemática e de outras disciplinas, visando uma interdisciplinaridade dinâmica e efetiva;*
- *Desenvolver no aluno habilidades que favoreçam a construção do seu pensamento lógico, preparando-o para estudos mais avançados em outros níveis de escolaridade.”*

Em 1977, Pierre Van Hiele apresentou num congresso de Educação Matemática na França seu artigo intitulado: “O pensamento da criança e a Geometria”, onde descreve um modelo para o desenvolvimento do raciocínio em Geometria. É composto de 5 níveis: Reconhecimento, Análise, Ordenação, Dedução

e Rigor. É composto também de 5 fases para haver progressão de um nível para outro: Informação, Orientação dirigida, Explicação, Orientação livre e Integração.

Pensando no desenvolvimento intelectual e social dos alunos, deve-se considerar que as aptidões e habilidades são muito diversas dentro de um mesmo grupo. Recentes trabalhos da Psicologia sugerem que, dentre as múltiplas formas de inteligência (musical, corporal, espacial, interpessoal, etc.), todas igualmente valiosas, a lógico-matemática é apenas uma.

É relevante destacarmos o papel da Geometria para o desenvolvimento de habilidades e competência tais como a percepção espacial e a resolução de problemas (escolares ou não), uma vez que ela proporciona *“oportunidades de olhar, comparar, medir, adivinhar, generalizar e abstrair”* (SHERARD III, 1981). Estas oportunidades podem, ainda favorecer o desenvolvimento de um pensamento crítico e autônomo nos alunos (PAVANELLO, 1993).

De acordo com FREUDENTHAL (1973, p.407):

“A Geometria é uma das melhores oportunidades que existem para aprender como matematizar a realidade. É uma oportunidade de fazer descobertas como muitos exemplos mostrarão. Com certeza, os números são também um domínio aberto às investigações, e pode-se aprender a pensar através da realização de cálculos, mas as descobertas feitas pelos próprios olhos e mãos são mais surpreendentes e convincentes. Até que possam de algum modo ser dispensadas, as formas no espaço são um guia insubstituível para a pesquisa e a descoberta”

Assim, numa educação matemática para todos é preciso estimular a realização de atividades diversificadas, para permitir que floresçam as várias competências de cada um, sem descuidar dos aspectos lógico-matemáticos, privilegiados num curso de matemática. Dessa forma é possível valorizar as qualidades de cada um, sem marginalizar os menos interessados em matemática, principalmente enfatizando aspectos geométricos.

Com tudo o que foi abordado, concordamos plenamente com KALEFF (1994, p.20) quando ela diz que: *“É necessário que voltemos a tomar o ensino da Geometria em nossas mãos...”*

Diante disto tudo que foi exposto, nos propomos a abordar o seguinte **problema**: Quais são as dificuldades apresentadas por alunos de escolas do Ensino Fundamental de Ouro Preto no processo de ensino e aprendizagem de Geometria? Desta forma, nosso **objeto** de estudo são as dificuldades apresentadas por alunos de 7ª série do Ensino Fundamental de escolas de Ouro Preto.

Descobrir quais são as dificuldades apresentadas por esses alunos em relação a Geometria poderá contribuir para que os professores tenham uma maior clareza, autonomia e didática no que se refere ao processo de ensino e aprendizagem da Geometria, com suas implicações pedagógicas para que os alunos possam desenvolver suas competências e habilidades em relação a este conteúdo.

Portanto, nosso **objetivo** principal é desvendar as dificuldades apresentadas por alunos de 7ª série do Ensino Fundamental de escolas de Ouro Preto.

Para desenvolver este trabalho, será necessário primeiramente fazer uma revisão bibliográfica, em livros, teses, artigos de periódicos, buscas na internet, e em outras fontes e pesquisas já realizadas sobre o tema, para termos um suporte teórico que será essencial ao desenvolvimento da pesquisa.

Em seguida, serão realizadas as pesquisas de campo, como visitas às escolas, para coleta de informações e dados necessários para o encaminhamento de soluções. Selecionaremos escolas que se disponham a participar da pesquisa e que possuem classes de 7ª série do Ensino Fundamental. Num primeiro momento realizar-se-á entrevistas semi-estruturadas (informais) com diretores, professores de Matemática, alunos e funcionários para informá-los dos objetivos da pesquisa e também ter-se autorização para execução da mesma. Em seguida, serão elaborados guias de entrevistas, questionários e de observação para uma análise mais detalhada da situação em que se encontra o processo de ensino e aprendizagem de Geometria. Testes de conhecimento específicos para os alunos não serão descartados.

Posteriormente será proposto a criação de um grupo de estudo, envolvendo professores de Matemática, para haver confronto de idéias e experiências que poderão contribuir para o encaminhamento de soluções ao problema. Serão realizados estudos sobre Geometria e formas metodológicas, enfocando o que realmente se ensina, como se ensina e por que se ensina. Nesse grupo de estudo estaremos fazendo pesquisas em livros didáticos e propostas de ensino como os PCN's e LDBN, analisando e fazendo reflexões acerca deste conteúdo.

Além de ressaltar a vivência que os professores possuem em relação à Geometria e os processos a que foram submetidos em sua formação, nesse grupo de estudo, estaremos produzindo materiais para a reflexão acerca da Geometria e para o processo de ensino e aprendizagem de Geometria.

Este grupo de estudo será fundamental para o desenvolvimento da pesquisa, pois constituir-se-á de um laboratório, onde poderão ser detectadas dificuldades em relação à aprendizagem da Geometria, colhendo informações para o desenvolvimento do trabalho e ao mesmo tempo, oferecendo um suporte para que os professores trabalhem Geometria na sala de aula.

O contato com os alunos também vai ser muito importante e se dará com visitas às escolas para realização de entrevistas sobre suas aspirações, experiências e impressões sobre a Geometria. Também serão realizadas oficinas com materiais produzidos pelos professores no grupo de estudo.

Haverá acompanhamento de professores em suas respectivas salas de aula, para observações das aulas de Geometria, a fim de fazer um paralelo sobre o processo de ensino e aprendizagem antes, durante e depois da realização da pesquisa.

A participação dos professores, alunos e da comunidade escolar será de grande importância para a execução da pesquisa, pois é a partir das experiências, aspirações, expectativas e impressões de todos sobre o processo de ensino e aprendizagem da Geometria que poderemos conceber nossa pesquisa e encaminhar possíveis soluções, para as dificuldades encontradas, contribuindo de certa forma para melhorar a situação em que se encontra o ensino de Geometria em Ouro Preto.

Referências Bibliográficas:

ABRANTES, Paulo, SERRAZINA, Lurdes, OLIVEIRA, Isolina. *A Matemática na Educação Básica*. Lisboa: Ministério da Educação, 1999.

ALVES, Vanda Maria de Castro. *Matemática vivenciada*: v. 1, 2, 3e 4. São Paulo: FTD, 1991.

BRANDÃO, L. S. *O que é o método Paulo Freire*. São Paulo: Brasiliense, 1986.

- BASSO, Marcus Vinícius, KLÜSENER, Renata & KNIJNIK, Gelsa. *Aprendendo e ensinando Matemática com o geoplano*. Ijuí: Editora Unijuí, 1996
- BRASIL, Luís Alberto. *Aplicações da teoria de Piaget ao ensino de Matemática*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1997.
- BRASIL, Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais - Matemática*, v. 3. Brasília: MEC/SEF, 1997.
- CARVALHO, Dione Lucchesi de . O texto escrito e outras linguagens. In: *Sessão temática do IV encontro de educação de jovens e adultos trabalhadores/12º Congresso de leitura do Brasil - COLE*. Campinas: ALB/UNICAMP, 1999.
- CARVALHO, Dione Luchesi de. *Metodologia do ensino da Matemática*. 2. ed. rev. São Paulo: Cortez, 1994.
- CARVALHO, Paulo Cezar, LIMA, Elon Lages, WAGNER, Eduardo & MORGADO, Augusto César. *A Matemática do Ensino Médio*, v. 2. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 1998.
- CATALÁ, Claudi et alii. *Invitacion a la didactica de la Geometria*. Madri: Editorial Sintesis S. A., 1995.
- COLL, César & TEBEROSKY, Ana. *Aprendendo Matemática: conteúdos essenciais para o ensino fundamental de 1ª a 4ª série*. São Paulo: Ática, 2000.
- CROWLEY, Mary L. "O modelo Van Hiele de desenvolvimento do pensamento geométrico." In: LINDQUIST, M.M e SHULTE, A. P. (orgs). *Aprendendo e ensinando Geometria*. São Paulo: Atual, 1994, p.1-20.
- DAVID, Maria Manuela. "Geometria sem medidas?" In: *Educação em Revista: Revista da Faculdade de Educação da UFMG*, Belo Horizonte n. 6, dezembro, 1987, p. 35-40.
- DIENES, Z. P. & GOLDING, E. W. *Exploração do espaço e prática de medição*. Trad. Euclides José Dotta. 3 ed. São Paulo, EPU, 1977.
- DINIZ, Maria Ignez S. V. & SMOLE, Kátia Cristina S. *O conceito de ângulo e o ensino de Geometria*. São Paulo: CAEM-IME-USP, 1993.
- DOLLE, Jean-Marie. *Para compreender Piaget: Uma iniciação à psicologia genética piagetiana*. Trad. Maria José S. G. de Almeida. 4 ed. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara, 1987.
- ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6, 1998, São Leopoldo. *Anais...* São Leopoldo: SBEM, v 1 e 2, 1998.

FERREIRA, Aurélio B. H. *Novo dicionário da Língua Portuguesa*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

FONSECA, Maria da Conceição Ferreira Reis & DAVID, Maria Manuela Martins Soares. Luzes e sombras: Objetivos, possibilidades e limites do ensino de Geometria nas séries iniciais do Ensino Fundamental. *Cadernos Ensinar* (Publicação do Centro pedagógico - UFMG), Belo Horizonte, n. 2, s.d.

FREUDENTHAL, Hans. *Mathematics as na Educational Task*. Dordrecht: Reidel, 1973.

GARCIA, Hamilcar de. *Dicionário Contemporâneo da Língua Portuguesa Caldas Aulete*. Rio de Janeiro: Delta, 3ª ed, 1974.

IMENES, Luiz Márcio. *Descobrimo o teorema de Pitágoras*. São Paulo: Scipione, s.d. (coleção: Vivendo a Matemática).

IMENES, Luiz Márcio e LELLIS, Marcelo. *Microdicionário de Matemática*. São Paulo: Scipione, 1998.

IMENES, Luiz Márcio, JAKUBOVIC, José. LELLIS, Marcelo. *Matemática ao vivo*, v. 1, 2, 3 e 4. São Paulo: Editora Scipione, 1998.

IMENES, Luiz Márcio, JAKUBOVIC, José & LELLIS, Marcelo. *Ângulos*. São Paulo: Atual, 1992. (Coleção: Pra que serve matemática?).

IMENES, Luiz Márcio, JAKUBOVIC, José & LELLIS, Marcelo. *Geometria*. São Paulo: Atual, 1992. (Coleção: *Pra que serve matemática?*).

IMENES, Luiz Márcio, JAKUBOVIC, José & LELLIS, Marcelo. *Geometria dos mosaicos*. São Paulo: Scipione, s.d. (Coleção: Vivendo a Matemática).

JUAREZ, Alícia L. C. & TABER, M. E. N. *Concepto de número: cosntrucion espontanea y consecuencias pedagógicas*. México, Universidade Pedagógica Nacional, 1983.

JUDICE, Edson D. *Elementos de Geometria Analítica*. Belo Horizonte: Veja, 1982.

KALEFF, Ana Maria M. R. *Vendo e entendendo poliedros: do desenho ao cálculo do volume através de quebra-cabeças geométricos e outros materiais concretos*. Niterói: EdUFF, 1998.

KALEFF, Ana Maria, REI, Dulce Monteiro & GARCIA, Simone dos Santos. *Quebra-cabeças geométricos e formas planas*. Niterói: Editora da Universidade Federal Fluminense em convênio com a CAPES-Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, 1997.

KAMII, Constance. *A criança e o número*. Trad. Regina A. de Assis. Campinas, Papirus, 1984.

LOPES, Maria Laura Leite & NASSER, Lillian. *Geometria na era da imagem e do movimento*. Rio de Janeiro: Projeto Fundação, 1996.

MACHADO, Nilson José. *Matemática e língua materna*. São Paulo; Cortez, 1990.

MACHADO, Nilson José. *Semelhança não é mera coincidência*. São Paulo: Scipione, 1997. (Coleção: Vivendo a Matemática).

MACHADO, Nilson José. *Polígonos, centopéias e outros bichos*. São Paulo: Scipione, s.d. (Coleção: Vivendo a Matemática)

MACHADO, Nilson José. *Os poliedros de Platão e os dedos da mão*. São Paulo: Scipione, s.d. (Coleção: Vivendo a Matemática).

MACHADO, Nilson José (coord.). *Atividades de Geometria*. São Paulo: Atual, 1996.

MARTINEZ, Angel et alii. *Una metodología ativa y lúdica para la enseñanza de la Geometria*. Madrid: Editorial Sintesis S. A., s.d.

MIGUEL, Antônio & MIORIM, Maria Ângela. *O ensino da Matemática no primeiro grau*. São Paulo: Atual, 1986.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Educação. *Guia Curricular de matemática: ciclo básico de alfabetização, ensino fundamental*. Belo Horizonte: SEE/MG, 1997.

MOYSÉS, Lucia. *Aplicações de Vigotsky à Educação Matemática*. Campinas: Papirus, 1997.

OCHI, Fusako et alii. *O uso de quadriculados no ensino da Geometria*. São Paulo: CAEM-IME-USP, 1992.

PAGANELLI, T. Lyda et alii. *A noção de espaço e o tempo*. Orientação, São Paulo (6): nov. 1985.

PAVANELO, Regina Maria. "O abandono do ensino de Geometria no Brasil: causas e conseqüências." *Zetetiké*, n. 1, 1993, p. 1-17.

PIAGET, Jean & SZEMINSKA, Aline. *A gênese do número na criança*. Trad. Christiano M. Oiticica. 3 ed. Rio de Janeiro, Zahar, 1981.

ROSA NETO, Ernesto. *Matemática a partir da ação*. São Paulo: Ática, 1993.

ROSA NETO, Ernesto. *Didática da Matemática*. São Paulo: Ática, 1997.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Atividades Matemáticas*. Ciclo Básico (4 vols.), 4^a ed. São Paulo: SE/CENP, 1991.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Proposta curricular para o ensino de matemática. 1º grau. 4ª ed.* São Paulo: SE/CENP, 1992.

SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *Geometria.* São Paulo, SE/CENP, 1985. (Matemática 2).

SHERARD III, Wade H. "Why is Geometry a basic skill?". In: *The Mathematics Teacher*, jan, 1981, p. 19-20.

SMOLE, Katia Cristina Stocco. *A Matemática na Educação Infantil. A teoria das inteligências múltiplas na prática escolar.* Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SMOOTHEY, Marion. *Atividades e jogos com ângulos.* Tradução de Sérgio Quadros. Revisão técnica de Marília Centurión. São Paulo: Scipione, 1997. (Coleção: Investigação Matemática).

SMOOTHEY, Marion. *Atividades e jogos com áreas e volumes.* Tradução de Sérgio Quadros. Revisão Técnica de Marília Centurión. São Paulo: Scipione, 1997. (Coleção: Investigação Matemática).

SMOOTHEY, Marion. *Atividades e jogos com escalas.* Tradução de Sérgio Quadros. Revisão Técnica de Marília Centurión. São Paulo: Scipione, 1997. (coleção: Investigação Matemática)

SMOOTHEY, Marion. *Atividades e jogos com quadriláteros.* Tradução e revisão técnica de Antônio Carlos Brolezzi. São Paulo: Scipione, 1998. (Coleção: Investigação Matemática).

SMOOTHEY, Marion. *Atividades e jogos com triângulos.* Tradução de Sérgio Quadros. Revisão Técnica de Marília Centurión. São Paulo: Scipione, 1997. (Coleção: Investigação Matemática).

SOARES, Eduardo Sarquis. *Matemática com o Sarquis, v. 1, 2, 3, e4.* Belo Horizonte: Editora Formato, 1998.

SOUZA, Eliane Reame de, DINIZ, Maria Ignez S. V., PAULO, Rosa Monteiro & OCHI, Fusako Hori. *A Matemática das sete peças do tangram.* São Paulo: CAEM-IME-USP, 1997.

VIANA, M. C. V. *O Movimento de Matemática Moderna e suas Implicações no Ensino de 1º e 2º graus no Brasil.* Universidade Federal de Ouro Preto, 2003.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. *A formação social da mente.* São Paulo: Martins Fontes, 1994.

VYGOTSKY, L. S. *Pensamento e Linguagem*. Trad. M. Resende. Lisboa, Ed. Antídoto, 1979.

0305RE TRABALHANDO COM OS SÓLIDOS GEOMÉTRICOS NOS MINERAIS

Dirceu Cenem dos Santos¹

Eliane Miranda Thomaz²

Rogéria Teixeira Urzedo de Queiroz³

RESUMO

Devemos reconhecer o ambiente em que o aluno está inserido no que se refere a educação escolar, dada a curiosidade dos alunos do Ensino Fundamental, principalmente nas séries iniciais. Uma abordagem adequada de determinado assunto, objetivando a aprendizagem de um dado conteúdo, utilizando o amplo espectro de possibilidades que o ambiente nos oferece, pode resultar em algo mais do que a simples compreensão dos conceitos ensinados, pode resultar num aguçamento da curiosidade natural que os alunos têm dentro de si, e conseqüentemente, num aumento de interesse pelas aulas e, principalmente no prazer de aprender.

Podemos viver a Geometria através da visão intuitiva ou de uma elaboração mais aprofundada. No entanto, a intuição geométrica é considerada indispensável nas diversas profissões de natureza técnica ou artística.

Dessa forma, escolhemos como ambiente de pesquisa, o Museu de Mineralogia da UFOP, para desenvolver nosso trabalho, em virtude do grande número de possibilidades que o tema pode apresentar. É um trabalho que envolve outras áreas como Ciências, História, Educação Artística, Informática, etc...

Observando os sólidos, os alunos desenvolverão a percepção de espaço e, ao mesmo tempo, o conhecimento do plano. Pretende-se que os alunos raciocinem sobre figuras, permitindo uma maior compreensão das propriedades e inter-relações.

¹ dirceu100br@yahoo.com.br

² itiro@uai.com.br

³ rogeriatuq@bol.com.br

0306RE A GEOMETRIA PLANA COM A UTILIZAÇÃO DE RÉGUA E COMPASSO

Anézio Divino Moreira¹

RESUMO

No primeiro período de Faculdade fiz uma disciplina chamada “Geometria Euclidiana”. Nesta disciplina foi proposto um trabalho no qual teria que fazer construções de algumas figuras planas com a utilização de régua e compasso. Este trabalho foi muito bom para mim uma vez que passei a ter uma visualização melhor da geometria plana.

A partir dessa experiência e das observações que venho fazendo em sala de aula propus no meu projeto de estágio um trabalho no ensino fundamental com a geometria plana envolvendo construções com régua e compasso, com o objetivo de melhorar a compreensão e percepção de alguns conceitos geométricos.

O projeto está sendo desenvolvido em uma turma do turno noturno da 7ª série. A primeira fase é o levantamento de conhecimentos prévio de geometria dos alunos, seguida da retomada de alguns conceitos utilizando dobraduras e a exploração de alguns conceitos geométricos, como triângulos com construções com régua e compasso.

¹ Faculdade De Ciências Humanas de Pedro Leopoldo Curso Matemática

0307RE ENSINANDO TRIGONOMETRIA COM O RETROPROJETOR

Abdala Gannam

RESUMO

Por ser versátil e de custo relativamente baixo, o retroprojektor tem sido o aparelho de geração de imagens de uso mais freqüente como meio de comunicação. Apesar de sua ampla utilização no meio acadêmico, são raras apresentações que o tratam como instrumento efetivo de ensino.

Utilizando princípios básicos de retroprojeção, apresentaremos exemplos de utilização do retroprojektor no ensino de Matemática (no caso a trigonometria), nos quais se evidencia o movimento de imagens, como elemento de fundamental importância para o esclarecimento de pontos-chave de certos conceitos.

As imagens geradas com ênfase no movimento, aliadas a uma série de atividades correlatas, constituem os elementos de uma metodologia para o ensino da matemática, que convencionamos chamar retroexposição. Esta metodologia se apóia no princípio básico da comunicação audiovisual: “Aprende-se fundamentalmente o que se percebe e uma série de experiências cuidadosamente preparadas podem ser experiências comuns que modificam favoravelmente o comportamento”.

RESUMO

A proposta relata o projeto de intervenção de estágio supervisionado com o tema “ensino de operações com números inteiros” para alunos de ensino fundamental, utilizando como estratégia os jogos e resolução de problemas curiosos.

Aos resolver operações utilizando jogos, os alunos têm demonstrado mais interesse pela matemática, pois exercitam de maneira dinâmica e divertida conceitos relacionados aos números inteiros, especificamente o significado de número positivo e negativo.

As atividades são realizadas em grupos, nos quais discutem o raciocínio utilizado por cada um para uma determinada jogada ou problema possibilitando aos alunos confrontar idéias e tomar decisões em muitas outras situações escolares ou não.

¹ 8º período de Matemática da Fac. Integradas Pedro Leopoldo

0309RE AS CONCEPÇÕES DE PROBABILIDADE EXPRESSAS POR ALUNOS DE UM CURSO DE FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Paulo César Oliveira

Dione Luchesi de Carvalho¹

RESUMO

Trata-se de episódios ocorridos em situação real de sala de aula de um curso de formação inicial de professores de Matemática, envolvendo reflexões sobre a Estatística e Probabilidade. As reflexões elaboradas pelos autores foram sistematizadas na redação de um artigo sobre este fato. As atividades propostas foram intencionalmente elaboradas pela autora de modo a instigar os alunos a refletirem, numa perspectiva epistemológica, sobre idéias estocásticas (inter-relação entre estatística e probabilidade). Foram selecionadas para a análise aquelas atividades que, ao que pudemos perceber, mobilizaram quatro concepções de probabilidade: clássica, freqüentista (ou empírica), subjetiva e formal (ou axiomática).

¹ Faculdade de Educação UNICAMP

0310RE O NÚMERO π E O COMPRIMENTO DO CÍRCULO

Leonardo José da Silva^{*}

Mariana Faria Rodrigues^{**}

Marta Elaine de Oliveira^{***}

RESUMO

O projeto “O número π e o comprimento do círculo” foi desenvolvido num colégio da rede pública de JF, com alunos de oitava série.

Depois de um contato inicial com eles pudemos formular a questão que foi uma alavanca para a realização do projeto: Como os alunos da turma lidam com o fato da aproximação racional do π de 3,14, suficiente para cálculos do dia a dia, e a complexidade de sua irracionalidade?

Com esta questão e os interesses que observamos nos alunos elaboramos as seguintes atividades: no pátio da escola, os alunos coletaram dados através de medições do comprimento e diâmetro de objetos de forma circulares e cilíndricas do pátio para chegarem a uma aproximação do número π . No laboratório de informática simulamos o princípio de Arquimedes com o auxílio do softwer CABRI, obtemos uma melhor aproximação. A construção de um instrumento de medida: a roda-metro. Todas as análises foram feitas através de discussões e relatórios produzidos pelos alunos.

Assim, com as atividades percebemos que determinado aluno identifica-se com uma dada atividade, daí a importância das aulas serem bem diversificadas.

Com tudo isso, o projeto nos proporcionou experiências únicas no que tange conhecimentos profissionais e enriquecimento pessoal.

^{*} Professor do departamento de Matemática do Colégio de Aplicação da Universidade Federal de Juiz de Fora. Mestrando em Educação – UFJF.

^{**} Licencianda em Matemática – UFJF.

^{***} Licencianda em Matemática – UFJF.

0311RE LABORATÓRIO DE GEOMETRIA UMA CONSTRUÇÃO E APLICAÇÃO DO INCLINÔMETRO NO CONTEXTO ÂNGULOS E SUAS POSSÍVEIS APLICAÇÕES.

Sandra Gonçalves Vilas Bôas¹

RESUMO

Determinados assuntos estudados na matemática são formais e como tais devem ser tratados, existem também os práticos voltados para a vida cotidiana e devem ter tratamento adequado na escola, no sentido de contribuírem para desenvolver no aluno uma forma de interação com o mundo..

Ao professor cabe criar momentos de reflexão e selecionar os conteúdos que instrumentalizarão estas situações .

Neste relato estarei apontando caminhos para que os professores a partir desta minha experiência, possam propor novas atividades deste conteúdo, ou dar continuidade a nossa idéia. .

Apresentarei uma sugestão lúdica, e prática de aulas que chamamos de Laboratório de Geometria “experimentando a teoria”, abordando aspectos dos conteúdos de ângulos e suas aplicações:

Construiu-se o INCLINÔMETRO, testou-o, para solucionar questões como : - Quais cuidados os engenheiros que planejam a construção de estradas, rampas, casas, edifícios devem ter ao calcularem o ângulo de inclinação das mesmas? Errando, o que acontece? O que deve-se levar em consideração para saltar ou lançar um dardo o mais longe possível? As respostas foram encontradas através de experiências com os itens acima, confeccionados pelos estudantes, e, que serão detalhadas durante as explicações no relato, e ilustradas com, fotografias, ficha de atividades e o INCLINÔMETRO.

¹ SME Uberlândia

0312RE APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS ALTERNATIVAS PARA O ENSINO DE EQUAÇÃO DO 2º GRAU

Ângela Vieira Leonel¹

Décio Antônio Baraviera²

Keila Susana dos Santos Rebeca³

Orlando da Silva⁴

RESUMO

O ensino de equação do 2º grau geralmente iniciado aos alunos de 8ª séries do ensino fundamental tem-se pautado, de uma forma geral, a apresentação pelo professor da fórmula de Bháskara (nome atribuído ao matemático hindu Bháskara – século XII) aos alunos que, substituindo a parte literal pelos seus correspondentes coeficientes, conseguem obter a solução. Alguns livros didáticos, até há alguns anos atrás, também se resumiam à apresentação da fórmula, as vezes, apresentando uma dedução bastante comum, como segue: toma-se $ax^2 + bx = -c$ multiplica-se os dois membros por $4a$ obtendo-se $4a^2x^2 + 4abx = -4ac$. Em seguida adiciona-se b^2 em ambos os membros obtendo $4a^2x^2 + 4abx + b^2 = b^2 - 4ac$. Finalmente tem-se um quadrado perfeito $(2ax + b)^2 = b^2 - 4ac$, que, resolvendo temos:

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad \text{que é a fórmula de Bháskara.}$$

Atualmente alguns livros didáticos apresenta a equação do 2º grau associada a área de um quadrado, obtendo-se a solução positiva, e, em seguida apresenta a resolução dessa equação utilizando a técnica de completar quadrados. No entanto, dificilmente, se vê professores utilizando-se dessa técnica. Dadas essas observações o presente trabalho, tem por objetivo apresentar as duas metodologias utilizadas para a resolução de equações do 2º grau, tendo por finalidade averiguar o método mais adequado para melhor aproveitamento por parte do educando no seu processo de aprendizagem. O presente estudo foi desenvolvido com alunos de 8ª séries os quais foram convidados como voluntários. Foram convidados alunos de 8ª série do Colégio Estadual Professor Paulo Alberto Tomazinho da cidade de Umuarama, Estado do Paraná, e alunos da 8ª série do

¹ acadêmica da Unipar

² docente da Unipar

³ acadêmica da Unipar

⁴ docente da Unipar

Colégio Estadual Presidente Arthur da Costa e Silva da cidade de Terra Roxa,
Estado do Paraná.

e-mail: décio@unipar.br

RESUMO

Essa relato tem o objetivo de discutir uma atividade proposta em uma turma de ensino para ensinar o conceito de função. Nossa experiência tem mostrado que a definição de função e a imagem que o aluno faz dela nem sempre coincidem, mostrando que Introduzir o conceito de função como uma lei que associa a cada elemento de um conjunto um único elemento de outro conjunto, não garante a compreensão do conceito, mesmo em níveis mais adiantados.

Além disso, a compreensão de um conceito é função da maturidade do aluno e da versatilidade com que ele lida com tais conceitos, apesar dos livros didáticos, de um modo geral, exploram pouco as funções como modelo, dando mais ênfase à sua expressão analítica.

Propus para uma turma da primeira série do Ensino Médio de uma escola pública, que já havia visto esse conteúdo com outra abordagem, um problema sobre o consumo de energia elétrica, tirando dele o modelo matemático, com o objetivo de estudar a Matemática que estava por trás dele.

No entanto, pude observar que o conceito de função que o professor da turma havia trabalhado com os alunos e o que tentei trabalhar eram totalmente opostos, considerando que o primeiro não abordou o conceito de forma que os alunos compreendessem a evolução da idéia intuitiva e informal para a formalização do conceito.

Apesar de a atividade proposta oferecer aos alunos a possibilidade utilizá-la no seu dia-a-dia, esses resistiram a elas e não conseguiram fazer ligações com o conceito de função que haviam visto anteriormente com o professor da turma.

A partir daí, pude perceber que, ao participar de experiências escolares, os alunos constroem certas imagens conceituais- corretas ou não do ponto de vista da teoria matemática – que não substituem, tão facilmente, por outra mesmo que essa outra pareça, para o professor, mais significativa.

¹ Aluna do 8º período de Matemática das Fac. Integradas Pedro Leopoldo

0314RE EXPLORANDO OS PADRÕES E AS REGULARIDADES DOS NÚMEROS

Iria de Fatima de Lemos Barros¹

RESUMO

No ensino de Matemática a exploração de padrões e regularidades de determinados números é uma estratégia pouco utilizada em aula, mas quando bem explorada, instiga o aluno para descobertas, possibilita ao professor valorizar as idéias e compreensão do aluno e tem aplicabilidade em diversos conteúdos.

. Este trabalho visa relatar como trabalhar conceitos básicos do ensino fundamental, como múltiplos, potenciação, raiz quadrada e cúbica, introdução a álgebra e outros conteúdos de uma forma instigante e motivadora.

Os alunos são motivados a representar números com figuras geométricas como triângulos, quadrados, cubos e outras, utilizando matérias simples. Na verdade eles elaboram seqüências de números associadas às figuras

.No estudo de raiz quadrada, os alunos representam os números por quadrados, assim compreendem o conceito de raiz quadrada exata e entendem a terminologia usada.

As seqüências contribuem nos estudos dos múltiplos, elaboração de calendários e resolução de problemas envolvendo datas e calendários.

As regularidades dos números é essencial no trabalho com generalizações, tipo de raciocínio peculiar do pensamento algébrico.

Os números parecem tão evidentes, que não percebemos a riqueza que proporcionam como instrumento de investigação para a compreensão de conceitos matemáticos.

¹ Universidade Federal de Uberlândia

COMUNICAÇÕES CIENTÍFICAS E RELATOS DE EXPERIÊNCIA

TEMA 04 AVALIAÇÃO NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

CC0401 ESTUDO SOBRE A AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA

Luciana Cândida de Aquino¹

Maria do Carmo Vila (Orientadora)

RESUMO:

O objetivo central desta pesquisa foi descrever e analisar as concepções dos professores de Matemática do Ensino Fundamental sobre a avaliação da aprendizagem e os procedimentos avaliativos usados em suas classes. O propósito secundário foi verificar se havia: a) relação entre as concepções de avaliação manifestadas pelos professores e os procedimentos avaliativos utilizados; b) diferença significativa entre as concepções sobre avaliação da aprendizagem, manifestadas pelos professores das séries iniciais e os das séries finais do ensino fundamental, bem como os procedimentos avaliativos utilizados pelos dois grupos. Os sujeitos foram 26 professores do Ensino Fundamental de quatro escolas públicas (02 municipais e 02 estaduais) da cidade de Mariana – MG. Eles responderam um questionário apresentando itens sobre a avaliação da aprendizagem em Matemática; alguns professores também foram submetidos a uma entrevista semi-estruturada. Uma análise qualitativa dos dados revelou que a maioria dos professores ainda considera a avaliação como medida e que seu objetivo é tão somente verificar os conhecimentos de seus alunos. A comparação de categorias de respostas mostrou que há diferença entre as concepções dos professores de 1ª a 4ª série e os 5ª a 8ª série e entre as concepções dos professores das duas redes de ensino. No que se refere às formas avaliativas adotadas, ficou constatado que não existe diferença significativa seja entre os professores das duas redes de ensino, seja entre os professores das séries iniciais e os das séries finais do Ensino Fundamental.

¹ – Bolsista do PIP – Universidade Federal de Ouro Preto

1. Introdução

Esta pesquisa, de caráter qualitativo, pretende investigar como está se processando a avaliação da aprendizagem matemática em escolas municipais e estaduais, após a implantação da progressão continuada no Ensino Fundamental.

Inicialmente, apresentamos uma fundamentação teórica resumida sobre avaliação da aprendizagem e, em particular, sobre a aprendizagem em matemática.

Em seguida, apresentamos os objetivos da pesquisa, os procedimentos metodológicos selecionados para atingir os objetivos propostos e a forma como os dados foram analisados. Para concluir, indicamos uma bibliografia básica que serviu de base para o levantamento das questões de pesquisa e estruturação do presente projeto.

2. Importância e justificativa

A avaliação da aprendizagem é um tema que, nos últimos anos, tem se constituído em preocupação constante aos professores do Ensino Fundamental. Nas universidades, chegam pedidos freqüentes de escolas e de professores solicitando conferências, palestras e assessoria de especialistas que abordem o tema em questão. Dois motivos principais parecem determinar essa atitude dos professores.

O primeiro motivo está relacionado com a formação do professor para avaliar. Conforme assinala Abramowicz (1999), nos cursos de formação de professores, o assunto “avaliação” é evitado pelos professores, seja para responder questões, seja para permitir observações em suas aulas. Quando o assunto é abordado, restringe-se a prescrições sobre a avaliação (deve ser contínua, deve considerar o desenvolvimento do aluno, etc.), não é acompanhado de um suporte teórico, não se promovem debates e atividades de reflexão, a bibliografia utilizada é precária e inexpressiva. Em resumo, o professor não se sente preparado para avaliar a aprendizagem de seus alunos.

O segundo motivo relaciona-se com o regime de progressão continuada adotado em um grande número de escolas públicas de Minas Gerais, a partir de 1995. Neste regime, é eliminada a terminalidade ao final de um ano letivo e associa-se a implantação dos ciclos à recuperação das eventuais defasagens a ser desenvolvida ao longo do processo ensino-aprendizagem. Os professores se sentem perdidos com relação ao processo avaliativo; muitos passaram mesmo a acreditar que não é

mais necessário avaliar a aprendizagem dos alunos, visto que a progressão dos mesmos é automática.

Quando se trata de avaliar a aprendizagem na área de Matemática, um fator agravante vem se juntar aos anteriores. Esta disciplina tem sido considerada como um importante contribuinte do fracasso escolar dos alunos. Sendo vista como um “bicho papão”, ela tem atormentado gerações de crianças e adolescentes. O terror se instala no momento da avaliação.

O estudo aqui proposto, versando sobre a avaliação da aprendizagem em matemática, pode contribuir para uma melhor compreensão dos problemas enfrentados pelos professores nesse campo uma vez que procura analisar as suas concepções sobre este tema e diagnosticar como este componente educativo está sendo trabalhado em escolas das redes municipal e estadual de ensino. Além dessa contribuição prática, a pesquisa também poderá contribuir para o desenvolvimento teórico no campo da avaliação, uma vez que poderá tecer explicações sobre o tema analisado.

3. Avaliação da aprendizagem

3.1. Retrospectiva Histórica

O conceito de avaliação, bem como as suas funções no currículo escolar, tem evoluído nas últimas décadas. Estudos nessa área mostram que as primeiras idéias sobre avaliação estavam ligadas à *idéia de medir* (Depresbiteris, 1989). Nesse sentido, no século XIX, o americano Horace Mann propôs um sistema de testagem de exames devido a uma controvérsia sobre a qualidade da educação, sendo considerado um dos pioneiros nessa área. Por volta de 1864, surgem os primeiros testes objetivos, criados pelo professor inglês G. Fisher. M. Rice, um especialista em avaliação, foi quem elaborou os primeiros testes objetivos (com alternativas) para o contexto escolar, em 1984, nos Estados Unidos.

O desenvolvimento de testes objetivos deu origem, nos Estados Unidos, à formação de comitês e associações com a finalidade de elaborar testes padronizados que possibilitassem o estabelecimento de sistemas de testagem para as escolas públicas e para medir competências de professores. Essa idéia de avaliação educacional associada à aplicação de testes com lápis e papel é

amplamente aceita e adotada durante as primeiras décadas do século XX. Subjacente a essa idéia está a concepção de ensino como transmissão de conhecimento e a de aprendizagem como capacidade de reproduzir aquilo que o professor ensinou.

No início do século XX, Thorndike elabora uma fundamentação teórica sobre a possibilidade de medir mudanças nos seres humanos e, a partir daí, todo um aparato tecnológico foi criado para a medida de capacidades humanas e a avaliação. É a época do “*survey*” e que leva ao desenvolvimento de diversos tipos de testes objetivos nas várias áreas curriculares.

Binet e Simons, em 1905, propõem a primeira escala para medir a inteligência humana. Revista e aperfeiçoada em 1908 e 1911, tal escala constituiu a base para a elaboração de testes de inteligência. As revisões efetuadas nessa escala por Terman e seus colaboradores, em 1916 e 1917, levaram à construção do conhecido índice denominado QI (índice de inteligência), resultante da relação entre idade mental e idade cronológica do avaliado.

Durante o período 1930-1945 foi muito grande a influência do educador Ralph Tyler, considerado o verdadeiro iniciador da avaliação educacional. Foi ele quem cunhou e introduziu, em 1930, a expressão avaliação da aprendizagem. Defendeu a idéia de que a avaliação poderia e deveria subsidiar um modo eficiente de fazer ensino. Na década de 50, estudos de Tyler (1949) vieram balançar as concepções vigentes ao propor que a avaliação do rendimento dos alunos fosse realizada através de uma variedade de procedimentos avaliativos, e não somente através de testes, como escalas de atitude, inventários, questionários, fichas de registro de comportamento e conservações dos objetivos curriculares (Saul, 1994; Desprebiteris, 1994). O autor propunha, também, que o processo avaliativo determinasse o quanto os objetivos educacionais estavam sendo atingidos, de modo a identificar mudanças que pudessem estar ocorrendo. Apesar de inovadora para a época, a abordagem de Tyler peca “*por considerar a avaliação como atividade final de alcance de objetivos, sem vinculá-la a um processo contínuo e sistemático, para o qual também concorrem julgamentos de valor*” (Depresbiteris, 1989, p.9).

Em trabalho mais recente, Tyler (1966) propõe que os objetivos educacionais, aceitos como desejáveis por comissões de ensino, fossem cuidadosamente esclarecidos e definidos e destacava a contribuição da avaliação para o aperfeiçoamento do ensino.

Na mesma linha tecnicista de Tyler, Robert F. Mager procurou operacionalizar os objetivos educacionais e considera a avaliação como meio de avaliar os objetivos explicitados de forma precisa e a mais científica possível. Robert Gagné, assim como Mager, estava interessado em examinar as condições de êxito ou de fracasso de um programa de instrução. Para este, a avaliação da aprendizagem tinha por objetivo verificar se o aluno havia realizado ou não os comportamentos subordinados a uma tarefa e contidos no programa instrucional.

Na década de 60, contribuições importantes foram também aportadas à área da avaliação educacional por Cronbach (in Viana, 1982) e Bloom (1963). Cronbach foi o primeiro educador a vincular as atividades de avaliação ao processo de tomada de decisão visando aperfeiçoar currículos, julgar o mérito dos alunos e julgar a eficiência do sistema de ensino. Para o autor, um teste de aprendizagem devia ser apropriado à decisão a ser tomada; para tal, era necessário que o sistema de testagem explicitasse claramente o seu propósito.

Por sua vez, Bloom e colaboradores desenvolveram a teoria da aprendizagem para o domínio; considerando que o domínio da aprendizagem podia ser alcançado por todos os estudantes desde que fossem disponibilizados meios de ajudá-los e que dispusessem do tempo necessário para aprender. (Bloom, 1956) propôs uma taxonomia de objetivos visando um sistema coerente de ensino e avaliação. Os objetivos eram separados em três domínios: cognitivo, afetivo e psicomotor, merecendo o primeiro mais atenção. O domínio cognitivo compreende seis classes dispostas hierarquicamente, a saber: conhecimentos, compreensão, aplicação, análise, síntese e avaliação. O nível mais simples dessa hierarquia é o de conhecimentos e o mais complexo é o da avaliação. A pedagogia por objetivos emergente desta visão behaviorista introduziu duas novas formas de avaliação: diagnóstica e formativa. Com a avaliação diagnóstica, pretende-se verificar se o aluno apresenta os pré-requisitos necessários para aprender os conteúdos que se seguem no programa. A avaliação formativa tem como propósito informar se os objetivos pré-determinados estão sendo alcançados ou se é necessário introduzir atividades de remediação. Embora Bloom tenha introduzido modificações na maneira de conceber a avaliação da aprendizagem, *a concepção emergente da perspectiva behaviorista no que se refere ao papel formativo da avaliação é ainda muito estreita* (Abrantes, sd). Dá-se uma grande importância às respostas do aluno (produto) numa dada prova de avaliação; o erro é algo que se deve evitar; o

resultado da avaliação passa a ser encarado como uma *medida da distância* entre a resposta do aluno e o objetivo proposto. Portanto, pode-se afirmar que, apesar dos avanços, as concepções de avaliação anteriormente mencionadas se enquadram numa epistemologia positivista do conhecimento.

A avaliação torna-se um campo profissional definido a partir dos anos 70. Amplia-se a literatura sobre a avaliação educacional, havendo uma preocupação com a qualidade dos trabalhos na área, inclusive com estabelecimento de padrões a serem seguidos. A avaliação da aprendizagem alcança um alto nível de sofisticação com a elaboração científica de itens de teste e introdução de uma tecnologia de mensuração, visando a eficiência do sistema de ensino.

Ao final da década de 70, começaram a surgir críticas contundentes ao modelo positivista e tecnicista que, até então, havia impregnado a mentalidade dos educadores. Começaram a surgir, na literatura, os primeiros trabalhos sob uma ótica qualitativa de avaliação. Essas correntes passaram a questionar, entre outros aspectos, o uso de testes padronizados cujas normas não devem ser encaradas como modelos de excelência acadêmica que todos deveriam esforçar-se por imitar. Mas, sob a ótica qualitativa, a mensuração de comportamentos não é considerada suficiente para atingir a dinâmica psicológica e social dos indivíduos.

Estudos e pesquisas que enfatizam os fatores intra-escolares, surgiram com Bonamino & Franco, na década de 80. É o caso, por exemplo, dos trabalhos que procuram equacionar conjuntamente os fatores sociais e escolares nas desigualdades educacionais.

Popham, em 1983, apresentou uma diferenciação entre avaliação e medida; esta última indicando o quanto o aluno possui de determinada habilidade e a avaliação mostrando o valor dessa habilidade.

No Brasil, a trajetória da avaliação seguiu percurso semelhante ao internacional, mas com decalagem de aproximadamente uma década. Assim é que a obra de Tyler foi publicada em 1974, a de Hilda Taba em 1974 e as de Popham, Baker e Mager a partir de 1970. Na linha de Tyler se enquadram os autores nacionais como Marina Couto, Dalila Sperb, H. M. Vianna, Ethel Bauzer Medeiros, entre outros. A obra de Bloom foi publicada no Brasil em 1983, exercendo influência marcante tanto no meio universitário como nos sistemas de ensino.

Também, aqui, se iniciou a crítica ao modelo tecnicista de avaliação. A publicação da revista Educação e Avaliação, em 1980 e 1981, o II Seminário

Regional de Pesquisas Educacionais da Região Sudeste (Belo Horizonte, 1983) e o Seminário Nacional de Avaliação da Educação (Vitória, 1984) apontaram novas tendências da área, tais como a abordagem qualitativa de avaliação educacional, a sua função política e de intervenção social (Abramowicz, 1994).

Nos últimos vinte anos, uma nova visão de avaliação da aprendizagem vem se impondo em nosso país (Abramowicz, 1980, 1987; De Presbiteris, 1989; Demo, 2000; Vasconcelos, 2000; Romão, 1999; Souza e outros, 1991). Assim, Sousa diz que compete à avaliação:

“...orientar-se para diagnosticar como o aluno está se fortalecendo, como vem criticamente se apropriando do conhecimento do social e da natureza (do conhecimento humano sistematizado pela escola), para ampliar a compreensão de si mesmo, do mundo e possibilidades de transformação” (Sousa, 1991, p.148).

Nessa nova visão, a avaliação permite diagnosticar a situação do aprendiz em relação aos objetivos propostos e identificar as dificuldades de aprendizagem. Ao mesmo tempo, ela propicia ao educador a revisão de seus procedimentos e até mesmo o questionamento de sua própria maneira de analisar a ciência e encarar o mundo. Sua função deixa de ser a de aprovar ou reprovar alunos. Torna-se, portanto, um meio de identificar causas de sucesso ou fracasso do processo pedagógico possibilitando sua transformação, seu aprimoramento. Isto porque a avaliação fornece informações que possibilitam aos agentes escolares decidir sobre as escolhas de alternativas subsequentes. Esta concepção de avaliação apóia-se numa epistemologia construtivista do conhecimento, passando a passa a ser vista em um contexto sócio-cultural mais amplo, historicamente situada, transformadora e emancipadora.

3.2. Concepções sobre a Avaliação

Diversos autores têm discutido a estreita relação entre concepção de avaliação e concepção de educação. Isto porque, em cada concepção de avaliação, subjaz uma determinada concepção de educação. Isso poderá levar à seguinte indagação: - “Haverá tantas concepções de educação quanto são seus formuladores?”. A resposta pode ser negativa, se forem levadas em conta sua

substância e desconsideradas as pequenas variações formais por elas apresentadas. Como o tema de nosso estudo se refere à avaliação da aprendizagem no contexto brasileiro, estaremos nos ocupando de duas concepções de educação que são mais freqüentemente encontradas no meio educacional. Elas se fundamentam nas visões de mundo positivistas ou dialéticas, conforme considerem o universo e as relações que nele se travam como estruturas ou como processos, respectivamente. Em outras palavras, na visão positivista, o conhecimento é considerado como uma estrutura gnoseológica estática; na visão dialética, como um processo de descoberta coletiva, mediatizada pelo diálogo entre educador e educando.

“Dizendo-o de um modo mais simples: se encararmos a vida como algo dado, tendemos para uma epistemologia positivista e, conseqüentemente, para um sistema educacional perseguidor de “verdades absolutas” e “padronizadas”. Se pelo contrário, encaramos a vida como processo, tendemos para uma teoria dialética do conhecimento e, por isso mesmo, engendrador de uma concepção educacional preocupada com a criação e a transformação.” (Romão, 1999, p. 58).

A primeira visão leva a uma concepção de educação onde o aluno é o “depositário” do saber já conhecido pelo professor. Ele é considerado como receptáculo de informações, como ser passivo, que nada cria de original porque nele não se reconhece a atividade auto-organizadora e, portanto, sua condição de sujeito (Giusta e Bregunci, 1998). Essa concepção de educação implica uma concepção de avaliação que consiste na cobrança dos conhecimentos “depositados” no aluno pelo professor.

Na visão dialética, o aluno pratica o ato cognoscente, é um ser interativo, construindo o conhecimento com a ajuda do professor e dos colegas. A concepção de avaliação subjacente é de atividade cognoscitiva na qual educador e educando discutem e refazem o conhecimento (Romão, 1999).

A prática da avaliação, na visão positivista, também chamada tradicional, obrigatoriamente, terá que ser *autoritária*, pois esse caráter pertence à essência dessa perspectiva de sociedade, que exige controle e enquadramento dos indivíduos nos parâmetros previamente estabelecidos de equilíbrio social, seja pela

utilização de coações explícitas seja pelos meios *sub-reptícios* das diversas modalidades de propaganda ideológica. A avaliação educacional será, assim, um instrumento disciplinador não só das condutas cognitivas como também das sociais, no contexto da escola. Ao contrário, a prática da avaliação nas pedagogias preocupadas com a transformação deverá estar atenta aos modos de superação do autoritarismo e ao estabelecimento da autonomia do educando. Nesse contexto a avaliação educacional deverá manifestar-se como um mecanismo de diagnóstico da situação, tendo em vista o avanço e o crescimento e não a estagnação disciplinadora.

A prática dessa concepção de avaliação escolar estipulou como função do ato de avaliar a *classificação* e não o *diagnóstico*. Com a função classificatória, a avaliação constitui-se num instrumento estático e frenador do processo de crescimento; com a função diagnóstica, ao contrário, ela constitui-se num momento dialético do processo de avançar no desenvolvimento para a competência.

Importa também registrar que a avaliação não é um processo meramente técnico; ela implica um posicionamento político e inclui valores e princípios. Neste sentido, o movimento a ser privilegiado, no momento atual, é o do avanço na direção do desvelamento dos princípios que vêm norteando e permeando as práticas avaliativas. Ao que parece, não é tanto as condições objetivas que determinam práticas de avaliação diferenciadas, mas sim as concepções de mundo, Educação e ensino dos diversos profissionais que integram a escola.

Para a educadora Zákia (1994), a avaliação, sem dúvida, tal como concebida e vivenciada na maioria das escolas brasileiras, tem se constituído no principal mecanismo de sustentação da lógica do trabalho escolar e, portanto, legitimador do fracasso, ocupando o papel central nas relações que estabelecem entre si os profissionais da educação, alunos e pais.

Ainda segundo Zákia (1994), hoje, já contamos com estudos e pesquisas que possibilitam a compreensão e finalidades que têm norteado a vivência da avaliação no contexto escolar, revelando a sua natureza essencialmente classificatória, seletiva e autoritária. O desafio é buscar a superação de uma concepção de avaliação que se traduz na classificação dos alunos e no controle de seus comportamentos, por meio de relações punitivas, que se confunde com provas e atribuição de notas ou conceitos pelo professor. No sistema de progressão continuada, a função classificatória perde importância, impulsionando que se busque

o cumprimento de funções da avaliação, capazes de promover sentido ao processo de ensino e aprendizagem". De acordo com a autora, temos o dever de explorar aspectos que têm sido problematizados com maior ênfase, discutindo possíveis mudanças de concepções e práticas que precisam ser construídas, com a participação dos diversos agentes escolares."

Zákia alerta para o fato de que, se por um lado a economia de recursos por parte do poder público é obtida com a normatização da progressão continuada, por outro, a extinção da repetência não assegura que seja reduzido o custo individual e social da reprovação, caso não sejam garantidas condições para a aprendizagem escolar. Sua explicação consiste no fato de que a avaliação deve ser imprescindível para que se sustente esta nova lógica de organização do trabalho escolar que se coloca com a implantação dos ciclos. O valor desta forma de organização do ensino está dado pelo desejo e possibilidade de direcionar esse trabalho para o desenvolvimento de todos os alunos.

É freqüente a crítica ao paradigma positivista predominante na tradição de avaliação brasileira, sendo que, a partir de várias vertentes teóricas, nem sempre claramente explicitadas e nunca aprofundadas, acaba-se por esboçar características de um novo modelo de avaliação apresentado como desejável.

Tais características são bastante convergentes, indicando haver já um amplo consenso na área. Elas passam pela defesa de uma abordagem historicamente situada, que, em relação ao aluno, leve em conta não apenas a dimensão cognitiva, mas a social, a afetiva, seus valores, motivações e até mesmo a sua própria história de vida. A busca da possibilidade de avaliar a qualidade do ensino faz recair a ênfase nas variáveis do processo, muito mais no que no produto da educação, sendo que a sua natureza deve ser eminentemente dialógica e dialética, voltada para a transformação, tanto no plano pessoal como no social. A avaliação deve ter um caráter contínuo, que supõe trocas constantes entre o avaliador e o avaliado, o que pode implicar, dependendo do nível de ensino, maior interação com as próprias famílias dos educandos, especialmente no caso das crianças menores. As mudanças em relação ao indivíduo apontam na direção da autonomia e, em relação ao social, na direção de uma ordenação democrática e, portanto, mais justa da sociedade.

O eixo da avaliação deixa de girar exclusivamente em torno do aluno e da preocupação técnica de medir o seu rendimento e passa a centrar as atenções em

torno das condições em que é oferecido o ensino, da formação do professor e de suas condições de trabalho, do currículo, da cultura e organização da escola, da postura de seus dirigentes e demais agentes educacionais.

Essa mudança de enfoque, que explora, sobretudo, as relações intermediárias entre as análises macro-estruturais e as abordagens micro, vem possibilitando a paulatina superação da tradição crítico-reprodutivista. Muito tendo contribuído para elucidar os condicionantes estruturais da educação e o papel da avaliação na manutenção da ordem social vigente. Essa tradição gerou, como já assinalaram estudos anteriores, uma produção sobre o tema com acentuada conotação de denúncia, mas pouco subsidiou a proposição de enfoques alternativos que tivessem caráter propositivo.

Entre os textos que trazem o foco da avaliação para a escola e, em menor proporção, para o professor e outros agentes educacionais, incluem-se algumas proposições acerca das análises institucionais. Assim como em relação ao aluno e aos agentes educacionais, a proposta de avaliação institucional enfatiza o diálogo, a participação, a re-elaboração coletiva das propostas de mudança, o estabelecimento de relações menos fortemente hierarquizadas e mais democráticas entre as instâncias.

O paradigma emergente de avaliação qualitativa não tem uma densidade teórica própria. Ele empresta elementos de várias vertentes de pensamento, constituindo-se numa formulação tipicamente interdisciplinar. Os textos que a ele se referem guardam, na maioria das vezes, tom prescritivo, sendo bem menos freqüentes aqueles que refletem sobre ações desenvolvidas sob essa orientação.

Franco (1994) faz uma caracterização sumária das matrizes epistemológicas dos modelos que privilegiam seja o objeto, seja o sujeito. Transpostos para a avaliação educacional, tais modelos teriam representado um avanço e nortearam a geração de paradigmas mais complexos e abrangentes. No entanto, como em ambos os casos a visão do indivíduo se apresenta de forma abstrata, a autora dá ênfase à necessidade de que a avaliação educacional tenha como unidade de análise o vínculo indivíduo sociedade numa dimensão histórica. Daí ser fundamental para a avaliação da aprendizagem em todos os níveis, o entendimento da atividade humana, da ação prática dos homens, o que pressupõe a análise do motivo e da finalidade dessa ação.

Em outro ensaio, Franco (1994) aponta ainda para a complexidade do conceito de qualidade do ensino, considerando-o como um produto histórico e social, orientado por diferentes expectativas - que incorporam demandas diversificadas e mutáveis ao longo do tempo -, e que reflete um posicionamento político e ideológico. Ao discutir critérios de avaliação e indicadores de qualidade, questiona a validade daqueles que são pensados em função do mito da modernidade, que os elege, sobretudo, pelas exigências da produção.

Um número considerável de textos, ao acentuar os aspectos políticos e histórico-sociais da avaliação, apóia-se predominantemente nos referenciais de Habermas para propor a avaliação do tipo emancipatório dentro de um paradigma dialético. Entre eles os mais representativos são os de Pedro Demo. Tendo em conta o fato de que os aspectos políticos da educação têm a ver com o exercício da cidadania, esses textos propõem uma estratégia de formação de sujeitos sociais, dotados de capacidade para se auto-definirem, bem como para determinarem o seu destino histórico, de modo tal que logrem conceber e construir sua emancipação política e econômica, assim como o seu projeto de desenvolvimento como povo.

Demo (1990), após admitir que a quantidade e a qualidade são partes integrantes e indissociáveis da educação, na tentativa de definir conceitos e critérios de avaliação da qualidade, distingue a qualidade formal - ligada ao domínio tecnológico -, da qualidade política - voltada para a cidadania -, entendendo que uma não pode ser entendida sem a outra, nem tampouco pode ser substituída pela outra. A qualidade política, referindo-se a conteúdos históricos, é de teor prático e inevitavelmente ideológico e, portanto, de tessitura metodológica distinta daquela que a ciência clássica costuma abarcar em seus cânones. Toca a face social dos valores e compromissos, da consciência social crítica que é capaz de revelar sujeitos autônomos, que não são presas fáceis de manipulações e que estão aptos a fazerem opções sobre o uso alternativo das instrumentações tecnológicas.

Em outro artigo, Demo (1995) busca caracterizar o compromisso educativo da avaliação escolar e a define como um processo permanente de acompanhamento do aluno. Tendo como referência o paradigma da comunicação de Habermas, coloca a *discutibilidade* como critério essencial da cientificidade, que tem a ver com a avaliação, tanto no que diz respeito aos procedimentos que fazem parte da sua lógica intrínseca, quanto no que se refere à apreciação da sua qualidade.

Saul (1992), também adota conceitos afins, sem, entretanto, reportar-se explicitamente a essa matriz teórica. A autora propõe um paradigma alternativo: o da avaliação emancipatória, que se realiza a partir de três eixos: avaliação democrática, crítica institucional e construção coletiva. Sugere uma classificação política dos estudos avaliativos, visando a construção de uma avaliação democrática, cujos conceitos chave são: sigilo, negociação e acessibilidade, ou seja, direito do usuário à informação e à utilização dos resultados da avaliação para melhorar ou redirecionar as próprias atividades. A crítica institucional e a criação coletiva concretizam-se por meio de três momentos: expressão e descrição da realidade, isto é, elaboração de um diagnóstico institucional e descrição dos dados obtidos; crítica do material expressa pela análise do projeto pedagógico da instituição; criação coletiva, ou seja, delineamento das novas ações da equipe de trabalho. Trata-se de abordagem que envolve pesquisa participante, a qual implica o compromisso do pesquisador com a causa em questão, contribuindo para uma ruptura metodológica profunda. O novo paradigma permitiria ao avaliador assumir o papel de coordenador dos trabalhos de avaliação, de um orientador dessas ações, favorecendo o diálogo, a discussão, a busca e a análise crítica sobre o funcionamento de um programa.

Uma série de outros textos aborda a avaliação do ponto de vista de suas implicações sociais mais amplas e das relações entre a educação e a sociedade abrangente, valendo-se, para tanto, do referencial crítico-reprodutivista, da pedagogia dos conteúdos e de escritos que privilegiam a instituição escolar e sua cultura como foco de análise, como os de Gimeno Sacristan e Philippe Perrenoud.

Marli André discute a questão do poder e da função social da avaliação escolar, ressaltando a necessidade de analisar as mediações presentes no ato de avaliar. Toma como ponto de partida o conceito de fabricação da excelência escolar de Perrenoud, segundo o qual as normas e os critérios definidos pela escola como de excelência, a despeito de serem frutos de uma dada construção social, são difundidos como a única forma de conceber a realidade. Trabalhar no sentido de uma avaliação mais democrática implica trabalhar simultaneamente nos campos da didática, da relação professor aluno e da organização pedagógica da escola. Envolve também a adoção de uma pedagogia diferenciada que assegure a possibilidade de o aluno ser reconhecido pelo grupo independentemente de suas competências escolares e de seu nível cultural. A diferenciação envolve o acompanhamento dos processos e dos caminhos de aprendizagem, a busca de

estratégias para trabalhar com os alunos mais difíceis, sendo a avaliação formativa a sua principal fonte de informação. Com forte ênfase nos aspectos qualitativos da aprendizagem, o papel desse tipo de avaliação é o de contribuir para esboçar um plano de atuação.

Menga Ludke (1995) parte da discussão crítica dos modelos de avaliação comprometidos com a busca de instrumentos de medida "válidos" e "fidedignos", propugnando uma concepção de avaliação fortemente integrada ao próprio processo de ensino aprendizagem, como base para o desenvolvimento de propostas que venham ao encontro das necessidades de alunos e professores. Menciona formas tentativas de avaliação associadas a esta última concepção. Refere-se ainda à maior confiança que deve ser atribuída à avaliação feita pelos professores e pelos próprios alunos. Apesar de admitir a maior carga de trabalho envolvida nesse tipo de avaliação, reconhece que ela constitui fator de crescimento que, contudo, não substitui a avaliação baseada em testagens que permitem a comparação de alunos e de instituições, possibilitando a visualização de problemas não apreendidos no nível da sala de aula.

Um grupo de autoras, a saber: Mere Abramowicz (1995), Vera Tavares de Souza (1994), Mirian Grinspun (1994 e 1996) e Vera Werneck (1996), propõe uma avaliação holística do aluno, que não se restrinja aos aspectos cognitivos, procurando contemplar sua condição existencial, sentimentos, motivações, valores. Ela deve manter o caráter dinâmico e interativo do processo e aponta para um paradigma denominado crítico-humanista.

Luckesi (1991,1992,1996), que muito tem contribuído para a elucidação dos pressupostos das práticas avaliativas no ensino básico, insiste na necessidade de qualificar a avaliação não em função dela mesma, mas do fim a que se destina, mostrando que esta, ao conquistar espaço tão amplo nos processos de ensino, condicionou a prática pedagógica ao que ele chama de pedagogia do exame; discute ainda a relação entre planejamento, avaliação e projeto pedagógico da escola, insistindo na dimensão política que possuem essas atividades e preconizando um trabalho de equipe em que todos decidem o que e como fazer para elaborar uma proposta coerente com as necessidades da clientela.

Entre os artigos com enfoque psicopedagógico, observa-se que a utilização da teoria psicogenética, para analisar a avaliação dos resultados da aprendizagem escolar, ocorre dentro de uma perspectiva mais ampla do que a de décadas

anteriores. A grande popularidade alcançada há tempos atrás pelas provas operatórias como instrumento de diagnóstico psicopedagógico é colocada em cheque. Ao invés de tomar esta ou aquela parte da teoria e aplicá-la à avaliação da aprendizagem escolar, apresenta-se um quadro teórico para a análise do processo de aquisição de conhecimentos na escola, de modo a identificar os problemas mais significativos e a formulá-los com vistas a encontrar soluções relevantes e adequadas. Em um sentido mais amplo, parece que a psicologia e a epistemologia genéticas vêm sendo utilizadas mais como instrumento de análise dos problemas educacionais, do que consideradas como fonte virtual de soluções para os males que assolam a educação.

Outros referenciais da psicologia também sugerem novos enfoques para a avaliação. É o caso da Teoria das Inteligências Múltiplas, preconizada por Gardner, e que Gama (1994) introduz como uma abordagem que abre novas possibilidades em educação, propondo perspectivas originais para a avaliação de indivíduos e oferecendo opções que permitem aos educando realizações pessoais em várias áreas do saber. Para a autora, essa teoria apresenta alternativas para algumas práticas educacionais, especialmente quanto a métodos de avaliação que considerem as inteligências avaliadas, a cultura dos alunos e o desempenho adulto a que se quer chegar. Nesse sentido, seria possível mudar o foco nas escolas: de testagem, para avaliação; da classificação de alunos, para a colaboração com eles na construção de habilidades, com um aproveitamento ideal da variedade de oportunidades educacionais. A autora propõe, como decorrência da necessidade, apontada por Gardner, que o levantamento de dados sobre o desempenho dos alunos não vise apenas o conhecimento do que foi aprendido, mas como foi aprendido e de que maneira se fará uso de tal aprendizagem.

Em síntese, tal como os demais referenciais das outras áreas de conhecimento, os estudos psicopedagógicos contribuem para a formulação do novo paradigma de avaliação qualitativa, conferindo especial ênfase à avaliação formativa, com insistência num olhar mais descritivo acerca de como operam os mecanismos de aprendizagem e a construção de conhecimentos pelo aluno. O eixo desloca-se do produto para o processo da aprendizagem, dando elementos para entender e trabalhar o papel do erro na escola; acentua-se o caráter diagnóstico da avaliação; a auto-reflexão do aluno sobre como aprende e o que aprende; a

consideração de outras dimensões da avaliação que não a exclusivamente cognitiva; a interatividade no processo avaliativo.

Embora gozando de grande consenso na área, o que vem a tona em relação ao paradigma de avaliação qualitativa é, sobretudo, a afirmação de certos pressupostos, tendo sido constatada grande lacuna em termos da metodologia e de procedimentos a serem adotados para viabilizá-lo na prática. São muito escassos os textos que se ocupam desses aspectos.

A despeito da abundante produção de discursos sobre o tema, constata-se que seus apelos à mudança das práticas escolares e do tratamento tradicional da avaliação terminam tão somente por resvalar a realidade. Mesmo quando se chega a ultrapassar o nível do discurso, como no caso da avaliação de monitoramento, não há ainda evidências de que ela esteja causando impactos significativos no desempenho dos alunos.

Em meio às práticas tradicionais de avaliação, enquadradas por fortes dispositivos institucionais de ordenação existentes nas escolas, os professores vêm tendo que conviver com os dois discursos polarizados, que se fundam em pressupostos radicalmente distintos. Mais ainda. Aqueles docentes dos estados em que foram implantados sistemas próprios de avaliação de monitoramento, estão convivendo de um lado com as incertezas e ansiedades que a introdução do modelo nas redes escolares vem causando e, de outro, com a insuficiência de meios para ensaiar novas práticas avaliativas na direção chamada emancipatória.

Um dos discursos reporta-se, essencialmente, à avaliação qualitativa do ensino, valoriza o processo de aprendizagem, concentra-se na avaliação feita no interior da própria escola pelos atores educacionais. O outro, volta-se para a avaliação dos resultados, valoriza o produto da aprendizagem, utiliza largamente recursos quantitativos e alta tecnologia e recorre à avaliação externa da escola.

Embora se reconheça na origem, matrizes políticas e ideológicas inconciliáveis entre as duas postulações, e ainda que se admita que no processo de sua re-apropriação pelos sistemas de ensino, ambas podem chegar a admitir uma série de procedimentos e recomendações comuns e complementares, a prática tem mostrado a necessidade de retomar a função reguladora e a função emancipadora da avaliação a partir de uma nova ótica.

Se, para além do Estado e do mercado, se levar em conta também as aspirações mais gerais da população a respeito da educação, não meramente

atreladas a razões de ordem estritamente econômica, mas fundamentalmente ligadas à qualidade de vida, ou como diria Boaventura Santos (apud Afonso, 1998), ao prazer, à participação, à solidariedade, talvez seja possível deixar de simplesmente imputar à ênfase no processo um caráter "progressista" e de atribuir à insistência nos resultados um caráter puramente conservador da avaliação.

Do ponto de vista da função educacional da escola, a ênfase no processo e nas condições gerais em que é oferecido o ensino se torne condição essencial para que educadores, alunos e as próprias instituições educacionais usufruam do potencial re-direcionador da avaliação, no sentido de potencializar condições para um efetivo domínio dos conhecimentos pelos alunos e para uma formação que se estende a outros domínios. Contudo, do ponto de vista da população usuária dos serviços educacionais, a quem não interessam diretamente os processos internos dos estabelecimentos escolares, são os resultados apresentados pelos alunos àqueles que se prestam à validação social das funções exercidas pela escola. Mas se esses resultados não se prendem a uma racionalidade científico-instrumental apenas, será preciso repensá-los na perspectiva que busca romper com o conceito de regulação atribuído ao conhecimento e à avaliação, para entender a permanência na escola e os seus frutos como um processo de construção de identidades em que o eu e o outro são constituídos numa rede de recíprocas relações.

Avaliação classificatória é uma perspectiva de avaliação vinculada à noção de medida, ou seja, à idéia de que é possível aferir, matematica e objetivamente, as aprendizagens escolares. Realizada através de variadas atividades, tais como exercícios, questionários, estudos dirigidos, trabalhos, provas, testes. Sua intenção é estabelecer uma classificação do aluno para fins de aprovação ou reprovação. No contexto escolar, e no imaginário social também, o significado da nota e sua identificação com a própria avaliação tornaram-se tão fortes que um dos argumentos para a sua manutenção costuma ser o de que, sem ela, acabou-se a avaliação e o interesse ou a motivação do aluno pelos estudos. Estes argumentos refletem, pôr um lado, a distorção da função avaliativa na escola, que não deve confundir-se com a atribuição de notas. Este tipo de avaliação compõe uma lógica educativa estruturada na concepção, dominante no ensino, da transmissão, da linearidade e da polarização dos processos e experiências educativas, assim a avaliação permite o levantamento de dados e sua quantificação, mas perde, no âmbito da prática, sua

principal função: orientar ao discente a adequar o trabalho pedagógico às necessidades de aprendizagem dos alunos.

Muitos criticam a avaliação tradicional, tida como autoritária e punitiva. Em contraposição propõem métodos de avaliação alternativos, que consideram o ritmo individual de cada estudante, a auto-avaliação, a consideração de aspectos afetivos e emocionais que interferem na aprendizagem.

Para que a avaliação cumpra sua função educativa, há que se levar em consideração o desenvolvimento afetivo e os valores que caracterizam a personalidade do estudante. Este aspecto não é o único na tomada de decisões justas e acertadas, mas há que ser considerada a integração do afetivo com o cognitivo que favorece atitudes responsáveis perante o estudo tais como a atenção voluntária e o esforço pessoal e a responsabilidade para consigo e para com o outro. Também é necessário considerar o estabelecimento da auto-análise e o fortalecimento do caráter. Finalmente deve-se atender à unidade da instrução/educação.

3.3. Avaliação da Aprendizagem Matemática

No âmbito internacional, a avaliação tornou-se, nos últimos anos, um dos temas mais discutidos na área de educação matemática. A *Internacional Commission on Mathematical Instruction* (ICMI), considerada a mais importante associação na área de educação matemática, organizou, em 1991, um seminário tendo por objetivo específico discutir o tema da avaliação.

Em 1993, a *Commission Internationale pour l'Étude et Amélioration de l'Enseignement des Mathématiques* (CIEAEM) promoveu um encontro cujo tema central era a avaliação. O registro das discussões foi publicado nas atas do encontro.

Nos Estados Unidos, o *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM), associação que congrega professores de matemática de todo o país e cujas recomendações tem tido repercussões em numerosos países, tem abordado o tema da avaliação em diversas ocasiões. Em 1989, por nos seus *Standards* (Normas para o Currículo e a Avaliação na Matemática Escolar), o NCTM reservou um capítulo para discutir e propor sugestões para a condução da avaliação em matemática. Além disso, em novembro de 1992, o NCTM publicou um número especial de sua

revista *Mathematics Teacher*, de circulação internacional, sobre formas alternativas de avaliação. Em 1993, a referida associação publicou o seu Yearbook, todo ele dedicado ao tema da avaliação em Matemática.

No Brasil, o interesse pela avaliação da aprendizagem de Matemática vem aumentando gradativamente, fato que pode ser comprovado por estudos que vem sendo apresentados nos últimos congressos nacionais e regionais promovidos pela *Sociedade Brasileira de Educação Matemática* (SBEM) e suas regionais estaduais. Mas esses trabalhos ainda são pouco representativos se analisados à luz das angústias e preocupações manifestadas, nos últimos anos, pelos professores de Matemática quando o assunto é a avaliação da aprendizagem. A preocupação com o tema parece estar relacionada com dois fatores principais. Em vários estados, no Ensino Fundamental, a estrutura seriada foi substituída pela estrutura de ciclos, sendo a promoção continuada do aluno instituída em cada ciclo. O segundo fator pode estar relacionado com as novas concepções e teorias sobre a aquisição do conhecimento, o que tem dado origem a novas propostas e idéias sobre o processo de ensino-aprendizagem em geral e sobre o processo de ensino-aprendizagem da Matemática em particular. Elas têm gerado novos programas e currículos, como por exemplo os PCNs, que têm exigido mudanças nos processos avaliativos.

3.4. Instrumentos de Avaliação

Como já foi mostrado anteriormente, a avaliação, e em particular a avaliação da aprendizagem, é um tema bastante discutido, hoje, por especialistas em Educação. Muitos criticam a avaliação tradicional, tida como autoritária e punitiva. Em contraposição, propõem métodos de avaliação alternativos, que considerem o ritmo individual de cada estudante, a auto-avaliação, a consideração de aspectos afetivos e emocionais que interferem na aprendizagem. Mas esses educadores reconhecem a dificuldade de se modificar os atuais métodos de avaliação, que sobrevivem como processo de medida e como forma de comunicar aos estudantes o que é importante que eles saibam. A mudança de paradigma depende de vários fatores; um deles se refere ao desenvolvimento de novas formas avaliativas, elementos estritamente associados aos instrumentos de avaliação.

PATERLINI (2002) chama a atenção para os cuidados que se deve tomar nas diferentes etapas de planejamento, organização e aplicação de um instrumento de avaliação da aprendizagem, para garantir a validade de seus resultados.

No passado, os professores avaliavam seus alunos através de provas escritas e provas orais. No Brasil, a partir da década de 70, a tecnologia educacional introduz os testes ou provas objetivas, que são rapidamente adotados pelos sistemas formais de ensino.

Nos últimos vinte anos, em decorrência da nova visão de avaliação da aprendizagem, novas formas avaliativas e instrumentos de avaliação vêm sendo testados e sugeridos por educadores das várias áreas de ensino.

Os instrumentos tradicionais de avaliação também têm sido discutidos e aperfeiçoados. Entre eles estão as provas. As provas são instrumentos que têm uma intenção de testagem, de verificação, de colocar o aluno em contato o que ele realmente estiver sabendo. Esses instrumentos podem ser elaborados em dois formatos: um de questões fechadas, de múltipla escolha ou de respostas curtas, identificados como prova objetiva; outro com questões abertas. Ambos são instrumentos que possibilitam tanto a avaliação da aprendizagem de fatos, como de aprendizagem de conceitos, embora, em relação à construção conceitual, o professor precise inserir também instrumentos de observação.

A observação e a auto-avaliação também são ferramentas hoje utilizadas para levantamento de dados sobre o processo de aprendizagem. A observação é uma técnica que coloca o professor como pesquisador da sua prática. Toda observação pressupõe registros. É um bom instrumento para avaliar a construção conceitual, o desenvolvimento de procedimentos e as atitudes. Por sua vez, a auto-avaliação é muito importante no desenvolvimento das habilidades metacognitivas e na avaliação de atitudes.

Questionários e entrevistas são instrumentos bastante úteis quando as situações escolares necessitarem de um aprofundamento maior para levantamento de dados. Os questionários podem conter questões abertas e/ou fechadas. As entrevistas permitem identificar processos complexos de pensamento, acompanhando os alunos em seu raciocínio e argumentação.

A bibliografia pertinente revela ainda uma série de procedimentos avaliativos que podem ser usados por professores de ensino fundamental: dramatização, trabalho de pesquisa, experimentação, desenho, maquete, avaliação dissertativa,

avaliação em grupo, avaliação com consulta, elaboração de questões pelos alunos, avaliação sócio-afetiva, participação (entrega de exercícios, tarefas, trazer o material, presença, etc.).

No que se refere à avaliação da aprendizagem matemática, Santos sugere vários métodos alternativos, que podem expandir as formas tradicionais de avaliar dessa disciplina:

- observações do professor (que observa a participação, o interesse, o espírito colaborativo);
- auto-avaliação (o estudante observa e descreve seu desenvolvimento e dificuldades);
- testes e provas (rotineiros, desafiadores, testes em várias etapas, prova em grupo, testes relâmpagos, provas cumulativas, testes elaborados pelos estudantes, provas com avaliação aleatória);
- resolução de problemas;
- atividades (teatro, música, entrevistas, pesquisa de campo, jogos);
- mapas conceituais (organização pictórica dos conceitos, exemplos e conexões percebidos pelos estudantes sobre um determinado assunto);
- trabalhos em grupo;
- uso da linguagem (cartas, contos, crônicas, poesia, histórias em quadrinhos);
- atividades de culminância (projetos, monografias, campeonatos, olimpíadas, seminários, exposições, semana da Matemática, Feira de Ciências, coletâneas de trabalhos).

P. Abrantes e Gulbenkian (2003) também sugerem formas e instrumentos para avaliar a aprendizagem matemática:

- observação dos alunos: sem qualquer caráter classificador ou decisivo para a função reguladora da avaliação;
- relatórios e ensaios: o processo seguido na classificação destes trabalhos tem uma primeira fase de definição de critérios que são apresentados aos alunos. É dada uma informação de tipo qualitativo; ao final, é atribuída uma nota qualitativa.
- testes em duas fases: para a atribuição de uma classificação final são consideradas a primeira e a segunda fase do teste e a evolução apresentada.

Pode haver, por parte dos alunos, alguma dificuldade em compreender o espírito desta forma de avaliação;

- apresentações orais: a apreciação final do professor é dirigida ao grupo e é de tipo qualitativo.
- trabalhos de casa: objeto de uma informação escrita sobre a qualidade daquilo que cada aluno faz.
- entrevistas individuais e coletivas a serem realizadas no final de cada ano letivo; são áudiogravadas ou registradas em vídeo.

Vladimiro procurou desenvolver instrumentos de avaliação diversificados, compatíveis com o programa de Matemática, tais como: fichas de avaliação formativa, relatórios escritos e elaboração e apresentação de trabalhos. Assim ele descreve o modo como implementou cada um dos instrumentos de avaliação referidos:

a) Fichas de avaliação formativa: Em cada período letivo foram aplicadas duas fichas de avaliação com a duração de duas aulas consecutivas. As fichas foram elaboradas contendo dois tipos de questões: uma de natureza rotineira, e outra apresentando situações de natureza problemática. Cada uma das questões foi avaliada qualitativamente dando-se maior importância ao processo e à sua explicitação, que ao produto final. Assim, para cada uma, produziu-se um comentário quanto à apresentação do raciocínio e significado do conteúdo matemático. Também se procedeu à apreciação global da resolução da ficha sob a forma de um comentário, naturalmente qualitativo.

b) Relatórios escritos: Em cada um dos períodos letivos propôs-se aos alunos a elaboração de dois relatórios sobre atividades realizadas nas aulas de Laboratório, nas quais os alunos trabalharam em grupos. Para a elaboração desse relatório foi dado um prazo de duas semanas. Os relatórios foram individuais e a sua avaliação traduziu-se qualitativamente numa forma descritiva global, incidindo sobre a qualidade quer da apresentação, quer da relevância do conteúdo matemático, e com comentários pertinentes que completavam ou forneciam algumas orientações.

c) Trabalhos escritos e comunicação: Em cada período letivo propôs-se aos alunos a elaboração para o qual dispunham de mês e meio. Nele deveria constar uma

proposta para a resolução de algum problema. Os alunos realizaram o trabalho fora do ambiente de aula e em grupos de quatro ou cinco. Após a entrega da resolução, procedeu-se à escolha das mais originais, que foram apresentadas numa 'conferência' sobre resolução de problemas, envolvendo todas as turmas de décimo ano da escola. Os trabalhos restantes foram defendidos durante as aulas curriculares. A 'conferência' teve lugar durante a interrupção das aulas para reuniões da área escola. Tal como nos relatórios, a avaliação destes trabalhos teve carácter qualitativo.

Lima propõe como instrumentos de avaliação os testes escritos, testes em duas fases, relatórios e ensaios, portefólios, apresentações orais e discussões.

Os testes em duas fases consistem em elaborar um teste a que o aluno responde em dois momentos: num primeiro momento, na sala de aula e sem quaisquer indicações do professor; num segundo momento, dispondo de mais tempo e dos comentários que o professor formulou ao avaliar as respostas iniciais. Para tirar partido das potencialidades deste teste, o enunciado inclui questões de dois tipos: perguntas de interpretação ou pedindo justificações e problemas de resolução relativamente breve; questões abertas e problemas requerendo alguma investigação e respostas mais desenvolvidas. A expectativa é que o aluno, na primeira fase, resolva as questões do primeiro tipo e comece a trabalhar as do segundo tipo e que, na segunda fase, corrija ou melhore as respostas as primeiras (se for caso disso) e desenvolva as segundas. A avaliação que o professor faz daquilo que cada aluno produziu tem em conta as duas fases do processo, considerando quer a resposta inicial quer o modo como o aluno às desenvolveu na segunda fase. Os testes em duas fases permitem captar mais aspectos relevantes sobre a aprendizagem sem se perder o tipo de informação que é recolhido através das provas habituais.

O portefólio de um aluno é, no fundo, uma pasta ou um dossier contendo elementos significativos do trabalho que ele realizou na disciplina ao longo de um ano letivo ou mesmo de um ciclo. Ele deve conter os principais trabalhos do aluno, incluindo relatórios que elaborou, problemas que resolveu, explorações e investigações em que esteve envolvido, sozinho ou em colaboração com colegas, testes que fez, etc. Esses elementos devem estar acompanhados dos comentários que o professor e o próprio aluno foram fazendo a propósito das diversas atividades realizadas. O portefólio deve refletir globalmente o percurso do aluno, não se limitando aos aspectos cognitivos do seu trabalho mas incidindo igualmente nos

aspectos de natureza afiativa. Nesta perspectiva, pode constituir um testemunho valioso o fato de se guardar, por exemplo, o trabalho preferido, os comentários feitos numa reflexão pessoal sobre uma afetividade matemática, ou as respostas dadas a um questionário sobre as aulas.

O portfólio não deve ser confundido com um dossier de trabalho contendo tudo o que o aluno fez por ordem cronológica. O seu valor, nomeadamente do ponto de vista da auto-avaliação, pode estar na seleção e organização do material que é incluído e na justificação que o aluno apresenta para a escolha desse material. Por isso mesmo, será útil destinar periodicamente algum tempo e atenção à tarefa específica de organizar o portfólio, uma tarefa que requer, ela própria, orientação da parte do professor.

Para ser bem sucedida, esse instrumento requer que o professor crie, desde o início do ano, hábitos de trabalho organizado na sua disciplina e ganharia muito, certamente, com a existência na própria escola de locais onde os trabalhos e materiais dos alunos pudessem ser guardados. Nenhum destes aspectos é fácil de assegurar. No entanto, desde que o professor disponha de condições mínimas para o fazer, e tendo o cuidado de ir avaliando e reorientando o próprio processo, o uso do portfólio poderá trazer contribuições positivas à avaliação numa perspectiva da sua efetiva integração na aprendizagem.

No presente estudo, buscamos investigar as formas de avaliação da aprendizagem mais utilizadas pelos professores de matemática em suas classes e verificar se há diferenças significativas entre as formas de avaliação utilizadas pelos professores que atuam nas séries iniciais e as utilizadas por aqueles que atuam de 5ª à 8ª série. Também tentaremos verificar se existe relação entre as concepções dos professores sobre avaliação e as formas de avaliação por eles utilizadas em sala de aula.

4. OBJETIVOS

4.1. Introdução

Como já mencionamos, nossa pesquisa visa estudar as concepções dos professores de Matemática do Ensino Fundamental sobre avaliação da aprendizagem e os instrumentos de avaliação por eles utilizados, verificando se há

diferenças significativas das concepções manifestadas e dos instrumentos avaliativos utilizados segundo o nível escolar e a rede de ensino onde os professores atuam. No que se segue, apresentaremos os objetivos de nossa pesquisa e a metodologia adotada para atingi-los. Antes, descreveremos brevemente as pré-experimentações realizadas e que nos permitiu orientar nosso trabalho.

4.2. Pré-experimentações

No início do presente estudo, realizamos pré-experimentações com alunos e professores do ensino Fundamental não pertencentes às escolas que fizeram parte deste estudo. Elas foram desenvolvidas em duas etapas.

Na primeira etapa, realizamos entrevistas com o objetivo de precisar nossos objetivos e elaborar os instrumentos de coleta de dados. Professores e alunos teceram comentários sobre os processos avaliativos adotados pelas escolas, as normas e exigências das redes municipal e estadual de ensino relativamente à avaliação da aprendizagem. Em particular, solicitamo-lhes que descrevessem os procedimentos empregados na avaliação de Matemática e os instrumentos avaliativos adotados.

Na segunda etapa, pedimos a seis professores que respondessem as questões da versão preliminar do teste que seria usado para a coleta de dados do presente estudo. Este procedimento possibilitou o aprimoramento das questões e a elaboração da versão do questionário que foi utilizado na pesquisa.

4.3. Objetivos

O objetivo central desta pesquisa é descrever e analisar as concepções dos professores de Matemática do Ensino Fundamental sobre a avaliação da aprendizagem e os procedimentos avaliativos usados em suas classes. O propósito secundário é verificar se há relação entre as concepções sobre avaliação manifestadas pelos professores e os procedimentos avaliativos utilizados. Os professores em questão pertencem ao quadro docente de escolas das redes municipal e estadual de ensino de Ouro Preto.

Em particular, tentaremos responder as seguintes questões.

1. Quais são as concepções dos professores de matemática sobre a avaliação da aprendizagem?
2. Há diferenças significativas entre os professores de Matemática das séries iniciais e os professores de Matemática de 5^a a 8^a série com relação às concepções de avaliação manifestadas por eles?
2. Há diferenças significativas entre os professores de matemática da rede municipal e os professores de matemática da rede estadual de ensino com relação às concepções de avaliação manifestadas por eles?
3. Quais são as formas de avaliação da aprendizagem utilizadas pelos professores de matemática em suas classes?
4. Há diferenças significativas entre as formas de avaliação utilizadas pelos professores de matemática que atuam nas séries iniciais e as utilizadas pelos professores de matemática que atuam de 5^a a 8^a série?
5. Existe relação entre as concepções dos professores sobre avaliação e as formas de avaliação por eles utilizadas em sala de aula?
6. Os professores que atuam nas séries iniciais e os que atuam de 5^a a 8^a série diferem quanto ao interesse em aprender e adotar mudanças na avaliação que praticam?

5. Metodologia

5.1. Participantes

Como foi dito, o nosso estudo se refere à avaliação da aprendizagem em Matemática. Ele foi desenvolvido junto a vinte e cinco (26) professores do Ensino Fundamental de Mariana pertencentes a duas (02) escolas da Rede Municipal e

duas (02) escolas da Rede Municipal. Esta escolha foi feita após levantamento das escolas das redes municipal e estadual de Mariana e do total de professores de Matemática nelas atuando. Verificou-se que somente duas delas, em cada rede, apresentavam todas as séries do Ensino Fundamental. Como o estudo visava comparar professores das redes públicas de ensino e séries iniciais e finais da educação básica, optamos pela escolha das quatro escolas mencionadas. O quadro seguinte mostra a distribuição dos sujeitos por rede de ensino e segmento do Ensino Fundamental.

	Escola Estadual	Escola Municipal	total
1 ^a a 4 ^a séries	4	9	13
5 ^a a 8 ^a séries	8	5	13
total	12	14	26

A maioria dos professores (88%) atua no magistério há mais de 5 anos. Somente três deles lecionam a menos de 5 anos. A tabela 1 apresenta a distribuição dos sujeitos por classes de anos em que exercem a profissão de professor.

TABELA 1

Distribuição dos professores por
tempo de atuação no magistério

Experiência de Magistério (em anos)	Frequência
0 — 5	3
5 — 10	10
10 — 15	6
15 — 20	1
Mais de 20	6
Total	26

5.2. Instrumentos

Para a coleta de dados junto aos professores, foi elaborado um questionário visando obter informações sobre suas concepções sobre avaliação, funções da avaliação, formas e instrumentos de avaliação usados em suas classes. Como já foi mencionado, uma versão preliminar do questionário foi pré-experimentada com um grupo de seis professores não incluídos na amostra. A versão re-elaborada foi, então, aplicada aos professores que concordaram em participar da pesquisa.

O questionário (vide Anexo–1) está dividido em duas partes. A primeira refere-se a informações gerais sobre os sujeitos: formação profissional, local de trabalho, séries em que leciona, tempo de magistério, entre outros.

A segunda parte compreende doze (12) abertas solicitando uma justificativa.

Para melhor esclarecer as respostas dos professores, foram escolhidos alguns deles para participarem de uma entrevista aberta com duração de aproximadamente meia hora cada uma. As perguntas eram formuladas tendo a vista as respostas do professor às perguntas do questionário. Com esses procedimentos, procuramos obter um nível aceitável de fidedignidade dos dados.

5.3. Procedimentos

Inicialmente, visitamos cada uma das escolas escolhidas para explicar os objetivos de nossa pesquisa e solicitar permissão aos dirigentes para contatar os professores. A estes últimos, explicamos que se tratava de uma pesquisa e não de uma avaliação de suas atividades e que os resultados do questionário e das entrevistas permaneceriam confidenciais.

Os questionários foram entregues em cada uma das seis escolas escolhidas aleatoriamente para participar do presente estudo. Eles foram recolhidos uma semana depois pela pesquisadora. Cada questionário exige um tempo máximo de cinquenta minutos para respondê-lo.

Após a análise prévia dos questionários, foi preparada uma entrevista aberta com os professores. Entramos em contato com os professores escolhidos para a entrevista, explicando-lhes que a entrevista serviria para melhor orientar a análise de dados. As entrevistas foram realizadas nas escolas onde os professores atuam.

6. ANÁLISE DOS DADOS

Dada a natureza da pesquisa, realizamos uma análise qualitativa dos dados obtidos com a aplicação do questionário, usando o procedimento de análise de codificação aberta de Strauss e Corbin (1990). Dela resultaram descrições categóricas das concepções dos professores de Matemática sobre avaliação da aprendizagem, que foram ilustradas com exemplos. Em seguida, estudamos a frequência e a repartição dessas categorias segundo o nível escolar de atuação dos professores (1^a a 4^a série versus 5^a a 8^a série) e a rede de ensino à qual pertencem (estadual versus municipal).

Procedemos analogamente com referência aos procedimentos e instrumentos avaliativos por eles empregados em suas classes .

Finalmente, efetuamos algumas análises complementares questões visando obter uma maior compreensão sobre as idéias e conhecimentos que os professores de Matemática do Ensino Fundamental têm sobre avaliação da aprendizagem e suas necessidades sobre esse assunto.

6.1. Concepções sobre Aprendizagem

As duas primeiras questões do questionário foram:

Q-1: O que você entende por “avaliação da aprendizagem”?

Q-2: Em sua opinião, quais são as finalidades da avaliação da aprendizagem?

Como já foi dito anteriormente, o objetivo dessas questões era o de desvendar as concepções dos sujeitos sobre a avaliação da aprendizagem. A análise das respostas a essas duas questões revelou a existência de três categorias, aqui denominadas C1, C2 e C3.

Categoria C1: Nesta categoria foram agrupadas todas as respostas onde “avaliação da aprendizagem” significa verificar se que o aluno aprendeu o conteúdo ministrado pelo professor. Neste caso, a avaliação gira em torno do aluno. As respostas emitidas pelos sujeitos denominados S-18 e S-8 ilustram esta categoria de resposta:

S-21: “É um processo onde o aluno deve participar não só com o propósito quantitativo, ou seja receber uma nota, mas avaliar se o conteúdo ministrado foi absorvido.”

S-21: *“Avaliar significa saber se ocorreu ou não aprendizagem para reforçar o conteúdo trabalhado ou dar prosseguimento ao mesmo.”*

Categoria C2: Esta categoria agrupa as respostas onde a “avaliação da aprendizagem” é considerada como um processo que, além de dar informações sobre o progresso pessoal do aluno, serve para reorientar a prática pedagógica do professor. Como exemplos, citemos as respostas de S-14 e S-5.

S-14: *“Acompanhar o aluno, dar atendimento em todas as suas dificuldades, se for necessário. Planejar e replanejar se necessário for.”*

S-14: *“Verificar o progresso pessoal de cada aluno permitindo não só que ele tenha consciência de seu próprio caminhar em relação ao conhecimento, bem como ao professor (...) controlar e melhorar a sua prática pedagógica.”*

Categoria C3: Nesta categoria enquadram-se as respostas considerando a “avaliação da aprendizagem” como um procedimento que permite verificar a eficiência ou não do processo de ensino e aprendizagem. A concepção de avaliação, presente nas respostas desta categoria, é ilustrada a seguir:

S-6: *“Verificar se o processo de ensino e aprendizagem são eficientes e adequados à uma proposta pertinente ao desenvolvimento dos alunos.”*

S-14: *“...diagnosticar e procurar sanar as falhas no processo ensino-aprendizagem.”*

Comparando as três diferentes concepções de avaliação da aprendizagem, contidas nas respostas das categorias descritas, com a evolução histórica do conceito de avaliação, observamos que essas três concepções aparecem também ao longo desse desenvolvimento histórico. A primeira concepção pode ser detectada na fase positivista, onde a avaliação era vista como medida do conhecimento armazenado pelo estudante. Numa fase de transição, surgem avaliadores que começam a considerar a avaliação do ponto de vista qualitativo e não mais somente como medida; alguns já reconhecendo as funções política e de intervenção social da

avaliação. Mais recentemente, a avaliação deixa de girar exclusivamente em torno do aluno e da preocupação técnica de medir o seu rendimento. Passa-se a centrar as atenções em torno das condições de oferta do ensino, da formação do professor e de suas condições de trabalho, do currículo, da cultura e organização da escola, da postura de seus dirigentes e demais agentes educacionais.

A Tabela 2 mostra a natureza e as frequências das concepções manifestas pelos 26 sujeitos de nossa amostra.

Tabela 2
Distribuição dos sujeitos segundo a concepção
de avaliação da aprendizagem manifestada

Concepção	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
C1	18	69,2
C2	4	15,4
C3	4	15,4
Total	26	100,0

Os resultados mostram que a maioria dos professores (69,2%) manifestou a concepção menos elaborada (C1) sobre avaliação da aprendizagem. Por sua vez, a concepção mais elaborada (C3), e que se assemelha às concepções de autores de tendência construtivista, que vêm sendo veiculadas nos últimos vinte anos, é encontrada em apenas 15,4% das respostas dos sujeitos que responderam o questionário. A concepção intermediária foi encontrada em 15,4% das respostas analisadas.

Portanto, pode-se concluir que a maioria dos professores que lecionam Matemática no Ensino Fundamental ainda apresenta uma concepção limitada sobre a avaliação da aprendizagem, concebendo-a como um procedimento que serve apenas para medir o conteúdo assimilado pelo aluno.

6.2. Concepções segundo o nível escolar de atuação do professor

Com o presente estudo, também procuramos verificar se havia relação entre as concepções dos professores de Matemática sobre a avaliação da aprendizagem e o

nível de ensino em que atuavam (séries iniciais e séries finais do ensino fundamental). Os resultados estão resumidos na Tabela 3.

Tabela 3
Distribuição dos sujeitos segundo a concepção de avaliação
da aprendizagem manifestada e o nível escolar em que
atuam no Ensino Fundamental

Concepção	Nível de ensino		Total
	1 ^a a 4 ^a série	5 ^a a 8 ^a série	
C1	42,3% (11)	26,9% (7)	69,2 % (18)
C2	7,7% (2)	7,7% (2)	15,4% (4)
C3	0,0% (0)	15,4% (4)	15,4% (4)

A concepção intermediária C2 é igualmente manifestada por professores das séries iniciais e das séries finais. Entretanto, a concepção menos elaborada sobre avaliação da aprendizagem encontra-se de forma mais significativa entre os professores das séries iniciais (42,3%) do que entre os das séries finais (26,9%). Além disso, a concepção C3, a mais elaborada, é manifestada somente por professores que atuam nas séries finais do ensino Fundamental.

Em resumo, os resultados mostram que há diferença entre os dois grupos de sujeitos no que se refere à concepção de avaliação da aprendizagem. Entre os professores das séries finais é muito mais freqüente a concepção de avaliação da aprendizagem como um processo que, além de mostrar o progresso do aluno, fornece informações aos agentes educacionais para a tomada de decisões quanto às condições em que é oferecido o ensino, à formação do professor e de suas condições de trabalho, ao currículo, à cultura e organização da escola, à postura por eles expressa.

6.3. Concepções segundo o sistema de ensino

Um dos objetivos de nosso estudo era verificar se havia diferenças significativas entre os professores de matemática da rede municipal ensino e os da rede estadual com relação às concepções de avaliação por eles manifestadas. Os resultados estão indicados na Tabela 4.

TABELA 4
Distribuição dos sujeitos segundo a concepção de avaliação da aprendizagem manifestada e a rede escolar

Concepção	Nível de ensino		
	Municipal	Estadual	Total
C1	42,3% (11)	26,9% (7)	69,2 % (18)
C2	7,7% (2)	7,7% (2)	15,4% (4)
C3	3,8% (1)	11,5% (3)	15,4% (4)

A concepção mais elaborada C3 de avaliação é mais freqüente (11,5%) entre os professores da rede estadual do que entre os da rede municipal (3,8%); a concepção menos elaborada C1 é mais freqüente entre estes últimos do que entre os professores das escolas estaduais. Portanto, os professores da rede estadual apresentam uma concepção de avaliação da aprendizagem mais próxima da idéias defendidas pelos atuais especialistas da área de avaliação do que os professores municipais.

6.4. Formas avaliativas utilizadas

Relembremos que a sétima e a oitava questão do questionário respondido pelos nossos sujeitos eram:

Q-7: Que instrumentos de avaliação você julga pertinentes para avaliar o desempenho de seus alunos em Matemática? Descreva-os.

Q-8: Além dos instrumentos mencionados na questão anterior, você já utilizou algum outro instrumento de avaliação?

O objetivo dessas perguntas era o de obter dados sobre as formas de avaliação utilizadas pelos professores de Matemática em suas classes. A Tabela 5 mostra os tipos de avaliação mais usados pelos sujeitos e a frequência com que eles aparecem.

TABELA 5
Distribuição dos tipos de avaliação usados
em classes de Matemática

Formas avaliativas	Frequência
trabalho em grupo	22
prova	15
teste	14
trabalho individual	14
participação	5
jogos	5
atividades em sala de aula	4
observação	4
exercícios em sala de aula	3
demonstração de interesse	3
visitas (lojas, feiras, etc.)	1
Total	90

Como se pode observar, *trabalho em grupo* é a forma de avaliação mais freqüentemente adotada pelos professores de Matemática em suas classes (22 citações num total de 90). Além dessa, três outros tipos de avaliação são usualmente empregados pelos sujeitos: *prova*, *teste* e *trabalho individual*.

A opção pelo trabalho em grupo pode ser interpretada pelo menos de duas diferentes formas: a) os professores acreditam que o trabalho em grupo favorece a aprendizagem uma vez que ele possibilita uma relação de troca entre os alunos

(concepção Vygostyana); b) em virtude da pesada carga horária cumprida diariamente pelos professores, a análise e correção de atividades feitas em grupo demanda menos tempo do que a correção de outras formas avaliativas. Em investigações futuras, seria interessante analisar a opção dos professores por essa forma avaliativa.

As demais formas avaliativas citadas pelos professores apresentam frequências bem menores; mas que podem, talvez, apontar para uma tentativa de mudança no formato das avaliações. Essa interpretação é reforçada quando se analisa as respostas dadas às perguntas Q-10 e Q-11, a saber:

Q-10: Você gostaria de conhecer outros instrumentos de avaliação da aprendizagem matemática?

Q-11: Você gostaria de adotar mudanças na forma que tem usado para avaliar a aprendizagem matemática de seus alunos?

Todos os 26 sujeitos responderam afirmativamente essas perguntas, justificando a necessidade de atualizar seus conhecimentos numa área complexa como a da avaliação da aprendizagem. Alguns salientam a necessidade de oferecimento de cursos e de orientações sobre o assunto.

6.5. Formas avaliativas segundo o nível de atuação

Com relação às formas de avaliação adotadas pelos professores segundo o nível de atuação no Ensino Fundamental, os resultados estão indicados na Tabela 6.

TABELA 6
Distribuição das formas de avaliação
adotadas segundo o nível escolar de
atuação dos professores

Forma avaliativa	1 ^a a 4 ^a	5 ^a a
	série	8 ^a série

	F	F
trabalho em grupo	9	13
prova	6	9
teste	5	9
trabalho individual	4	10
jogos	4	1
atividades em sala de aula	3	1
participação	2	3

A tabela mostra que os tipos de avaliação que ocupam os quatro primeiros lugares na preferência dos professores são os mesmos estejam eles atuando de 1^a a 4^a séries ou de 5^a a 8^a séries. Isto é, mesmo atuando em segmentos diferentes do Ensino Fundamental, os sujeitos adotam as mesmas formas de avaliação da aprendizagem matemática. Encabeçando o topo da lista, encontra-se o *trabalho em grupo*. Provas e testes são também bastante utilizadas pelos dois grupos de professores. Uma diferença pode ser observada com relação ao *trabalho individual*: os professores das séries finais utilizam mais freqüentemente este tipo de avaliação do que os das séries iniciais. Ele está em segundo lugar na preferência dos professores de 5^a a 8^a série e em quarto na preferência dos professores de 1^a a 4^a série, apresentando uma freqüência absoluta pequena (4). Em compensação, a utilização de jogos é mais freqüente entre os professores das séries iniciais (04) do que entre os das séries finais (1).

Encontra-se, em ambos os grupos, um expressivo índice de adoção de provas e testes como instrumentos de avaliação, demonstrando que os professores ainda consideram importante a medida do rendimento escolar do aluno.

6.6. Formas avaliativas segundo o nível de atuação

A distribuição das formas de avaliação da aprendizagem adotadas pelos professores de matemática, segundo a rede de ensino em que atuam –estadual ou municipal – está indicada na Tabela 7.

TABELA 7
Distribuição das formas de avaliação
adotadas segundo a rede escolar

Forma avaliativa	Municipal	Estadual
	F	F
trabalho em grupo	12	10
prova	6	9
teste	5	9
trabalho individual	6	8
jogos	6	0
atividades em sala de aula	3	1
participação	1	4

Na tabela fica fácil visualizar que quatro tipos de avaliação ocupam os primeiros lugares tanto na rede municipal como na estadual: *trabalho em grupo*, *prova*, *teste* e *trabalho individualizado*. Além disso, a ordem de uso dessas formas avaliativas é a mesma entre os dois grupos de professores; a frequência absoluta de vai decrescendo do trabalho em grupo até o trabalho individualizado.

Observa-se que entre os professores municipais, os jogos também são usados como recursos para a avaliação e ocupam o quarto lugar, junto com o trabalho individual. Os professores estaduais não utilizam essa forma de avaliação, indicando a participação como o quinto tipo de avaliação mais usado por eles.

Em resumo, os resultados parecem indicar que não há diferença significativa entre os professores de Matemática das redes municipal e estadual de ensino no que concerne às formas avaliativas identificadas.

6.7. Concepções e formas avaliativas adotadas

Uma outra questão que pretendíamos responder em nosso estudo era: “Existe relação entre as concepções dos professores sobre avaliação e as formas de avaliação por eles utilizadas em sala de aula?”

A resposta para essa questão pode ser considerada negativa. A análise das concepções manifestadas e das formadas avaliativas apontadas pelos professores não revelou nenhuma relação entre esses dois elementos. Tanto os professores que apresentaram a concepção mais elaborada (C3) sobre a avaliação da aprendizagem, como aqueles que manifestaram a menos elaborada (C1), usam as quatro formas de avaliação mencionadas já anteriormente: *trabalho em grupo, prova, teste e trabalho individualizado*. Era de se esperar que os professores apresentando concepções mais avançadas sobre avaliação usassem as provas e os testes de forma menos significativa. Uma explicação possível para esse resultado também pode ser dada pela análise das respostas dadas às questões 9 e 10 do questionário respondido pelos professores. Eles solicitam cursos sobre avaliação com profissionais capacitados, pois sentem necessidade de se atualizarem nessa área. Ou seja, mesmo manifestando concepções mais elaboradas sobre a avaliação da aprendizagem, os professores de Matemática não apresentam inovações significativas no momento de realizá-la porque lhes faltam conhecimentos sobre como realizar essas mudanças.

7. Conclusão

Os professores de Matemática participantes do presente estudo manifestaram três principais concepções sobre avaliação da aprendizagem. Na primeira delas, o foco da avaliação é o aluno e o que se avalia é o conteúdo ensinado pelo professor. Na concepção mais elaborada, a avaliação é considerada como um processo que, além de dar ao aluno informações sobre o seu desenvolvimento, também fornece subsídios para a tomada de decisão dos agentes educacionais tendo em vista o sucesso do aluno. Somente quatro, dentre os vinte e seis sujeitos, manifestaram tal concepção. A maioria deles entende que avaliar é verificar o quanto o aluno aprendeu sobre o conteúdo ensinado, o que revela uma tendência positivista sobre avaliação. Entre ambas, há uma concepção intermediária que aponta para a evolução da concepção manifesta pela maioria dos professores.

Os professores de matemática da rede estadual de ensino e das séries finais do Ensino fundamental tendem mais a uma concepção de avaliação como meio de identificar causas de sucesso ou fracasso do processo pedagógico possibilitando sua transformação, seu aprimoramento, do que os professores da rede municipal e

das séries iniciais. Entretanto, não se observou relação entre as concepções dos professores sobre avaliação e as formas avaliativas por eles empregadas, destacando-se as seguintes, a saber: *trabalho em grupo, prova, teste e trabalho individualizado*

8. Limitações do estudo e recomendações

Infelizmente não coletamos dados juntos aos alunos para comparar suas opiniões com os depoimentos dos professores. Também não solicitamos outras informações sobre a avaliação da aprendizagem matemática junto aos dirigentes escolares das escolas onde o estudo foi conduzido.

Referências Bibliográficas

- ABRAMOWICZ, M. . Avaliação e progressão, continuada: subsídios para uma reflexão. In BICUDO, M. A. e SILVA JUNIOR, C. A. (Org.). *Formação do educador e avaliação educacional*. São Paulo: UNESP, (1999).
- ABRANTES, P. *Avaliação e educação matemática*. Rio de Janeiro: MEM/USU/GEPEM.
- ABRANTES,P.e GULBENKIAN. http://www.portugaljovem.net/mariolima/curriculo/docente/1999_2000/profmat/avaliacao/acta/estudos/mat_789.htm). 2003
- AVALIAR PARA ENSINAR MELHOR. REVISTA NOVA ESCOLA.Editora Abril, anoXVII, n. 159 (jan./fev. 2003)
- AVALIAR: *Um compromisso com o ensino e a aprendizagem* / organizado por Georfravia Montoza Alvarenga. – Londrina: Núcleo de Estudos e Pesquisa em Avaliação Educacional, 1999. 161p.; 21 cm.
- Avaliação e determinação de padrões na educação latino-americana/* Helena Bomeny, org. – Rio de Janeiro: Editora Fundação Gétulio Vargas, 1997, x,182p.
- BLOOM, B.S. . *Taxonomy of educational objectives (Cognitive domain)*. Longman, (1956).
- BLOOM, B.S. . *Learning for mastering. Evaluation Comment* 1,2, (1963).
- ENSAIO: Avaliação e Políticas Públicas em Educação/ FUNDAÇÃO CESGRANRIO – ano1, n.1, 63-72p. (out./dez. 1993)- Rio de Janeiro:CESGRANRIO, 1994 .

- ENSAIO: Avaliação e Políticas Públicas em Educação/ FUNDAÇÃO CESGRANRIO
– v.1, n.1, 65-80p. (out./dez. 1993)- Rio de Janeiro:A. Fundação, 1993 – v.;
21cm.
- ENSAIO: Avaliação e Políticas Públicas em Educação/ FUNDAÇÃO CESGRANRIO
– v.1, n.1, 443-458p.,(out./dez. 1993) - Rio de Janeiro: A. Fundação, 1993 – v.;
21cm.
- GIUSTA, A. S. & BREGUNCI, M. G. C. *Diferença de desempenho entre meninas e meninos no processo de alfabetização* (Relatório de pesquisa). Convênio SEE/MG-FAE7UFMG, 1998.
- HOFFMANN, J. M. L. . *Contos e contrapontos: do pensar ao agir em avaliação*. –
Porto Alegre: Mediação, (1998), 140p..
- LUCKESI, C. . *A Avaliação da aprendizagem escolar*. São Paulo:
Cortez Editora, (1996).
- LUCKESI, C. C. . *Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições*. – 7.
ed. – São Paulo: Cortez, (1998).
- MARTINS, M. P.. *A avaliação das aprendizagens da matemática: Concepções dos professores*. (tese de mestrado, Universidade Católica). Lisboa: APM.
- PATERLINI, Roberto. *Matemática e suas implicações*.
http://www2.dm.ufscar.br/~ptlini/disciplinas/iem1r/texto3_iem1_2002.html
- SOUZA, C.P. . *Avaliação do rendimento escolar: sedimentação de significados*. In
DEPRESBITERIS, L. (Org) (1989). *O Desafio da avaliação da aprendizagem:
dos fundamentos a uma proposta inovadora*. São Paulo: Papirus ,(1991).
- ROMÃO, J. E. . *Avaliação dialógica: desafios e perspectivas*. 2ª ed. São Paulo:
Cortez/Instituto Paulo Freire, (1999).
- SOUSA, S. Z. L. Revisando a teoria da avaliação da aprendizagem. In: Sousa, C. P.
Avaliação do rendimento escolar. 3 ed., São Paulo: Papirus, 1994.
- STRAUSS, A. L. & CORBIN, J. M. . *Basics of qualitative research: Grounded theory
procedures and techniques*. Newbury Park, CA: Publications, (1990).
- TYLER, R. . *Basic principles of curriculum and instruction*. Chicago:
University of Chicago Press, (1949).
- VASCONCELOS, C. S. . *Avaliação: concepção dialética-libertadora do processo de
avaliação escolar*. 11ª. ed. São Paulo: Libertad, (2000).
- VIANNA, H. M. . *Testes em educação*. São Paulo: Ibrasa, (1982)

0402CC AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA EM ESCOLAS DO ENSINO FUNDAMENTAL, SÉRIES FINAIS DA CIDADE DE OURO PRETO - MG

Mariana Pinto Diniz¹

Marger da Conceição Ventura Viana (orientadora)²

RESUMO:

O objetivo da pesquisa foi desvendar a avaliação da aprendizagem de Matemática em escolas do Ensino Fundamental em Ouro Preto, por meio do aprofundamento na literatura sobre aprendizagem e avaliação e conhecimento da situação vigente. Foi realizada em escolas contatadas por cartas-convite. Participaram uma estadual, uma municipal e uma particular. Foram elaborados três questionários para guias de entrevistas a alunos, professores e membros da comunidade residentes no entorno das escolas para a obtenção de dados relativos às representações que esses sujeitos possuem dos conceitos a serem pesquisados, realizadas 36 entrevistas com alunos, 12 com membros da comunidade e 7 com professores. Foi elaborado um guia para a realização de 57 observações de aulas de Matemática. Após extensa e minuciosa análise dos dados, concluiu-se que não ocorre um sistema de avaliação (com pelo menos quatro funções: diagnóstico, educativa, projetiva e de controle) como proposto no referencial teórico produzido. Em geral, as avaliações ocorrem de forma isolada quase sempre com finalidade somativa, e quando surge com a finalidade de diagnosticar o processo de ensino/aprendizagem não é levada em consideração na execução da função projetiva. Em geral, a avaliação é compreendida como um teste ou prova com a finalidade de aprovar ou reprovar.

Palavras-chave: processo de ensino/aprendizagem da Matemática, sistema de avaliação da aprendizagem, funções da avaliação, diagnóstico, educativa, projetiva, controle.

¹ Bolsista UFOP

² Professora da UFOP

Introdução

O presente estudo se insere numa pesquisa sobre avaliação da aprendizagem de Matemática em escolas do Ensino Fundamental, séries finais, da cidade de Ouro Preto- MG, sendo a equipe composta por uma bolsista e uma professora de Educação Matemática do Departamento de Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP. A pesquisa em questão tem como título A avaliação da aprendizagem de Matemática em escolas do Ensino Fundamental, séries finais de Ouro Preto.

No estudo de caráter exploratório trabalhou-se com três escolas, uma estadual, uma municipal e uma particular. Foram entrevistados 36 alunos, 6 professores, 9 pessoas da comunidade que vivem no entorno das escolas e realizadas 57 observações de aulas nas escolas pesquisadas.

Considerando que a pesquisa visou desvendar o processo de avaliação da aprendizagem no Ensino Fundamental, realizou-se inicialmente revisão da literatura referentes ao processo de ensino/aprendizagem de Matemática e ao sistema de avaliação da aprendizagem.

A seguir, apresenta-se a metodologia de pesquisa utilizada, descrevendo-se os procedimentos e instrumentos de coleta de dados utilizados e caracterização dos participantes.

Em continuação, descreve-se a análise das respostas dos questionários e das observações de aula e aventura-se a algumas conclusões. O trabalho também contém a bibliografia que serviu de suporte para o estudo, e os anexos pertinentes.

Essa pesquisa foi financiada pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq.

1. Objetivos

O presente estudo teve como objetivos desvendar o processo de avaliação da aprendizagem de Matemática em escolas do Ensino Fundamental, séries finais, da cidade de Ouro Preto – MG; contribuir por meio do conhecimento da situação vigente e estudo da literatura atual sobre o tema para o aprimoramento de tal processo; contribuir também, com a pesquisa a ser realizada beneficiando escolas estaduais, municipais e particulares de Ouro Preto.

2. Metodologia Utilizada

2.1. Participantes

O presente estudo foi realizado em três escolas do Ensino Fundamental da cidade de Ouro Preto, sendo uma estadual, uma municipal e uma particular. As escolas foram denominadas pelas letras A, D e T, preservando-se a privacidade dos envolvidos na pesquisa.

O questionário tipo A foi aplicado a três alunos de cada série das escolas em estudo, num total de 36 respondentes.

O questionário tipo B foi aplicado a doze pessoas da comunidade em torno das escolas em estudo, somando 12 respondentes.

O questionário tipo C foi aplicado aos professores de Matemática das escolas em estudo, totalizando 6 respondentes.

2.2. Procedimentos e Instrumentos

Inicialmente foram elaboradas e enviadas cartas-convite a escolas de Ouro Preto para participação na pesquisa. Todas as escolas contatadas aceitaram gentilmente o convite. Apenas uma escola, mais tarde, teve que ser descartada por problemas de violência na periferia da cidade e o receio da bolsista ser por ela atingida.

Com a finalidade de alcançarem-se os objetivos propostos foram elaborados e aplicados três tipos de questionários a diferentes categorias de respondentes. Foram denominados questionário tipo A (Anexo II), questionário tipo B, e questionário tipo C. O questionário tipo A contém 18 perguntas e foi destinado a alunos das séries finais do Ensino Fundamental das escolas pesquisadas, o questionário tipo B contém 18 perguntas e foi aplicado a pessoas que vivem na comunidade no entorno da escola pesquisada e o questionário tipo C que contém 9 perguntas foi aplicado a professores das escolas envolvidas no estudo. Dessa forma, foram elaboradas e respondidas 45 questões que objetivaram levantar dados sobre o processo de ensino-aprendizagem e sistema de avaliação em Matemática que ocorrem nas escolas envolvidas na pesquisa.

Simultaneamente, foram realizadas 57 observações de aulas, e para isso foi elaborado e utilizado um roteiro de observação.

Os questionários tipo A, B e C e o roteiro de observação de aulas foram baseados nos questionários e roteiros utilizados nas disciplinas Matemática e Escola I, II, III do curso de Licenciatura em Matemática da UFOP.

Os questionários tipo A e tipo C foram aplicados nas escolas em estudo, tendo tempo médio de duração 30 e 20 minutos respectivamente. O questionário tipo B teve como tempo médio de duração 30 minutos em sua aplicação. Pretendeu-se entrevistar pais de alunos e pessoas escolarizadas.

As aulas foram observadas de acordo com o roteiro de observação. O roteiro de observação constou de 25 questões abertas sendo 7 referentes ao conteúdo da aula, 7 referentes à gestão da classe, 5 ao material didático, 3 às habilidades pessoais e 3 ao processo avaliativo.

A bolsista foi apresentada a cada turma em que realizou observações pela professora de Matemática, havendo explicado que se tratava de uma pesquisa financiada pelo CNPq sob orientação de uma professora da UFOP, cujo objetivo era desvendar o processo de avaliação da aprendizagem de Matemática, garantindo que todas as ocorrências observadas durante as aulas seriam mantidas em sigilo, e que seriam utilizadas no âmbito da pesquisa.

Foram observadas 22 aulas na escola D, 20 aulas na escola A e 15 aulas na escola T, num total de 57 aulas, sem haver distinção de horários (duplos ou simples).

Os questionários e o roteiro de aula encontram-se no trabalho completo DINIZ (2003).

3. Revisão da Literatura

3.1. O processo de ensino aprendizagem

O processo de ensino aprendizagem, ponto de partida inicial para esta pesquisa, foi abordado por vários teóricos, visando elaborar uma melhor explicação para o mesmo. O objetivo principal neste momento é levantar as principais teorias sobre esta questão.

Foram encontradas no dicionário Aurélio as seguintes definições para os verbos transitivos ensinar e aprender. Para o primeiro tem-se: *“Ministrar o ensino de; lecionar. Transmitir conhecimentos a; instruir, educar. Treinar. Castigar, punir. Dar aulas; lecionar.”* O segundo refere-se a: *“Tomar conhecimento de . Tomar*

conhecimento de algo, retê-lo na memória, graças a estudo, observação, experiência, etc.

Percebe-se até mesmo pelas definições do dicionário, que os conceitos ensino e aprendizagem são amplos, para não dizer contraditórios, já que variam de transmissão de conhecimentos (bastante questionável!) a punições e treinamento, chegando a algo mais completo que é educar, tomar conhecimento por meio de estudo, observação, experiência, etc.

Assim, as diversas metodologias de ensino encontradas hoje à disposição dos educadores³, se inserem em teorias desenvolvidas para explicar os conceitos de ensino e aprendizagem. Serão abordadas as posições de alguns pesquisadores.

Vygotsky, por exemplo, elaborou e estruturou uma importante teoria da aprendizagem e do desenvolvimento do ser humano. Ele considerou o desenvolvimento, obtido por meio do que denominou zona de desenvolvimento próxima, que é a distância entre o que o estudante pode fazer sozinho (nível de desenvolvimento real) e aquilo que pode fazer com o auxílio do professor ou de um colega mais capaz (nível de desenvolvimento potencial). Sabe-se ainda que o nível de desenvolvimento potencial capta, assim, um momento do desenvolvimento que caracteriza não as etapas já alcançadas, já consolidadas, mas as etapas posteriores, nas quais a interferência de outras pessoas afeta significativamente o resultado da ação individual. E é aí que o professor entra em ação. Segundo Marta Kohl⁴ a intervenção pedagógica, pode ser subdividida em: imitação, percepção e atenção.

Rego (1999, p.103)⁵ explica que *“ao desenvolver o conceito de zona de desenvolvimento proximal e outras teses, Vygotsky oferece elementos importantes para a compreensão de como se dá a interação entre o ensino, aprendizagem e desenvolvimento”*.

Kohl (1992, p. 58) afirma em sua obra de interpretação vygostskiana que a aprendizagem está relacionada ao desenvolvimento e é “um aspecto necessário e

³ já que ser educador é muito mais do que ser professor, o “educador educa a dor da falta cognitiva e afetiva, para a construção do prazer” segundo Freire (1992, p. 11)³.

⁴ KOHL, M. O., *Vygotsky Aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico*. 4ª edição. São Paulo: Scipione, 2001.

⁵ REGO, Teresa Cristina. *Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. 7ª edição. Petrópolis: Vozes, 1999. p. 103

universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas”. *Afirma também:*

“que a zona de desenvolvimento proximal está relacionada a uma concepção de que é o aprendizado que possibilita o despertar de processos internos do indivíduo liga o desenvolvimento da sua relação com o ambiente sócio-cultural em que vive e a sua situação de organismo que não se desenvolve plenamente sem o suporte de outros indivíduos de sua espécie”.

O papel da intervenção pedagógica, segundo Kohl (1992, p.61), refere-se ao desenvolvimento impulsionado pela aprendizagem, *“então a escola tem um papel essencial na construção do ser psicológico adulto dos indivíduos que vivem em sociedades escolarizadas”*. Rego (1999, p. 105) ⁶ completa esta afirmação dizendo que:

“sabemos que a presença na escola não é garantia de que o indivíduo se apropria do acervo de conhecimentos sobre áreas básicas daquilo que foi elaborado por seu grupo cultural. O acesso a esse saber dependerá, entre outros fatores de ordem social e política e econômica, da qualidade do ensino oferecido (a relação entre ensino e aprendizagem é um fenômeno complexo, pois diversos fatores de ordem social, política e econômica interferem na dinâmica da sala de aula, isto porque a escola não é uma instituição independente, está inserida na trama do tecido social. Desse modo, as interações estabelecidas na escola revelam facetas do contexto mais amplo em que o ensino se insere). Nesse sentido, o pensamento de Vygotsky traz uma outra implicação: contribui para suscitar a necessidade de uma avaliação mais criteriosa de como esse agência educativa vem desempenhando sua tão relevante função”.

Seguindo esta discussão sobre o ensino no cenário atual, é comum que em nome do respeito aos interesses e necessidades do aluno, negue-se a importância

do ensino sistematizado e anule-se as possibilidades de intervenção do professor, transformando num mero espectador do desenvolvimento do aluno.

Como a função primordial da pedagogia é educar os indivíduos, tendo como um dos seus critérios a teoria da educação desenvolvida, Vygotsky determinou três categorias para o desenvolvimento pedagógico: a imitação que “não é mera cópia de um modelo, mas reconstrução individual daquilo que é observado nos outros” (Kohn, 1992, p. 63), a percepção capacidade do desenvolvimento humano, que torna-se “cada vez mais um processo complexo, que se distância das determinações fisiológicas dos órgãos sensoriais, embora, obviamente, continue a basear-se nas possibilidades desses órgãos físicos” (Kohn, 1992, p.73), e, finalmente, tem-se a atenção, que poderia ser indicada de maneira análoga à descrita na percepção.

Na tese de Viana (2000, p. 73)⁷, encontra-se uma importante citação que complementa a discussão a respeito do processo de ensino-aprendizagem“(...) os métodos e os meios de ensino para a execução, não poderão ser colocados na prática sem a participação ativa e consciente dos alunos”. De acordo com Doll (1997, p183)⁸:

“as metodologias e valores não são decididos no abstrato, longe das praticabilidades da vida, mas são sempre decisões locais envolvendo os alunos, professores, costumes e tradições locais”. É importante levar a opinião dos outros em consideração, todos têm direito de serem compreendidos. E diz: “aqui está a base para o diálogo, e é através do diálogo de uma comunidade interessada e crítica que os métodos, procedimentos e valores são desenvolvidos a partir de experiências de vida”.

Ainda, segundo Viana (2000, p. 73), o aprendizado que se produz em condições pedagógicas não equivale ao desenvolvimento, mesmo sabendo que ele desenvolva uma série de processos evolutivos, mas podemos afirmar que o ensino guia o desenvolvimento.

⁷VIANA, M. C. V. *Perfeccionamiento del Currículo para la formación de profesores de Matemática en la UFOP*: La Habana, 2002. 165 p.Tese (Doutorado em Ciências Pedagógicas). Instituto Central de Ciencias Pedagógicas- ICCP/Universidade Federal de Ouro Preto- UFOP.

DOLL, William E., *Currículo: uma perspectiva pós-moderna* Trad. Maria Adriana V. Veronese.Porto Alegre: Artmed. 1997, 224 p.

3.2. Sistema de avaliação

Tendo em mente as teorias da aprendizagem, pretende-se escolher um sistema de avaliação que seja aplicável dentro das linhas de ensino-aprendizagem delimitadas anteriormente.

Sabe-se que a avaliação deve assumir alguns critérios importantes dentro do processo educacional. VIANA, (2002)⁹, diz que: *“concebimos la evaluación como un sistema de actividades”* Compreende-se que o professor assume o papel central, mas não de exclusividade, sendo assim, preferiu definir avaliação como consta em Doll (1997, p.190)¹⁰:

“La evaluación seria esencialmente un proceso de negociación en un ambiente comunitario para el proceso de transformación. El foco ahora estaria en una comunidad decidida a ayudar a todos los individuos por medio de la crítica y del diálogo, a desarrollar poderes intelectuales y sociales”.

Dentre as várias formas de classificação das funções da avaliação, prefere-se utilizar aquela que define as quatro funções fundamentais: de diagnóstico, de controle, educativa e projetiva.

A função de diagnóstico assume um papel inicial de sondagem do processo de aprendizagem do aluno. Quando realizado pelo professor, a função diagnóstico pode revelar importantes fatores para o desenvolvimento individual e grupal dos alunos. De acordo com Zilbertstein (2000, p.36)¹¹:

“el diagnóstico del aprendizaje no queda reducido al conocimiento y a lo que pueden hacer los alumnos con el conocimiento, incluye también la profundización en cómo el alumno aprende, qué hábitos de estudio posee, qué métodos de estudio emplea, si desarrolla formas de autocontrol se tiene desarrolladas acciones de autovaloración”.

⁹VIANA, M. C. V. *Perfeccionamiento del Currículo para la formación de profesores de Matemática en la UFOP*: La Habana, 2002. 165 p.Tese (Doutorado em Ciências Pedagógicas). Instituto Central de Ciencias Pedagógicas- ICCP/Universidade Federal de Ouro Preto- UFOP.

¹⁰ DOLL, William E., *Currículo: uma perspectiva pós-moderna* Trad. Maria Adriana V. Veronese.Porto Alegre: Artmed. 1997, 224 p.

¹¹ ZILBERSTEIN, J e Silvestre, M. *¿Como Hacer más Eficiente el Aprendizaje?* México: Ceide, 2000. 170p.

Na função de controle, como descreve VIANA (2002, p.86): *“se compara el objetivo previsto con el alcanzado; su función pedagógica consiste en conscientizar el nivel de objetivos alcanzados por el grupo y cada alumno, incluso instituyendo clasificaciones (si fuera el caso), haciendo visibles los puntos débiles y los fuertes.”*

Essa função de controle propicia ao educador uma visão geral do processo de aprendizagem, facilitando todas as funções posteriores.

Na função educativa, muitas vezes confundida com avaliação qualitativa, pretende-se determinar os pontos fracos e fortalecer os pontos positivos. A avaliação educativa objetiva também estabelecer ligações entre o professor e o aluno, possibilitando atitudes positivas em relação à avaliação e dando atenção às diferenças individuais.

Para VIANA (2002, p.86):

“Cuando la evaluación cumple su función educativa, se tiene en consideración el desarrollo afectivo y los valores que caracterizan la personalidad del estudiante. Este aspecto no es el único en la toma de decisiones justas y acertadas, también cuenta la integración del afectivo con el cognitivo que favorece actitudes responsables ante el estudio tales como la atención voluntaria y el esfuerzo personal y la responsabilidad para consigo y para con el otro. Y también tenemos que considerar el establecimiento del auto-análisis y el fortalecimiento del carácter. Finalmente se atiende a la unidad de la instrucción /educación”.

A função projetiva fecha todo o processo da aprendizagem estabelecido anteriormente pelas funções diagnóstico, controle e educativa. Essa por sua vez só poderá ser realizada de forma íntegra se as funções que a antecedem forem realizadas de maneira correta. Na função projetiva delinea-se o que deve ser realizado para completar as lacunas de aprendizado detectadas durante o processo de maneira a possibilitar o melhor aproveitamento do aluno.

No entanto a avaliação pode quantificar os resultados do processo obtidos pelo aluno, sendo que essa quantificação pode ser realizada de diversas formas, inclusive alternativas às provas tradicionais. Devem ser consideradas as participações em Seminários, apresentação de trabalhos, relatórios, desenvolvimento de trabalhos em grupos, entre outros meios que ficam a critério do educador. Para VIANA (2002, p. 88):

“Y en lo que se refiere a la evaluación específica del aprendizaje de la Matemática, considerar las soluciones propias del alumno o del grupo, el uso y aceptación de los múltiples lenguajes de la Matemática (numérico, algebraico, geométrico y gráfico), de la lengua materna y del dibujo, el uso de cuestiones contextualizadas e interdisciplinarias, la disminución y énfasis a cuestiones que examinan detalles y procesos mecanizados, etc.”

4. Análise dos Dados

4.1. Análise dos dados obtidos das Observações de aulas

As observações de aula seguiram o guia construído no formato de questionário contendo cinco tópicos principais subdivididos em vinte. Foi utilizado durante as aulas observadas, nas turmas envolvidas na pesquisa, nas escolas em estudo. A análise qualitativa dos dados foi realizada considerando-se cada um dos cinco tópicos principais.

Em relação ao conteúdo da aula observou-se que, em geral os professores trabalham com os mesmos de forma clara e consistente, no entanto raramente esses são atrativos, pois as aulas são em quase totalidades expositivas. Somente em alguns casos, o professor busca a participação efetiva do aluno. A maioria dos professores domina os conteúdos apresentados em sala, entretanto alguns fatos negativos são observados. Não foi observada, nas escolas estudada, a tentativa de suprir as necessidades extras desses alunos. Com relação à distribuição do tempo, considerando-o necessário e disponível à execução das atividades, percebe-se que, em geral, os professores não programam a suas aulas para que sejam concluídas em tempo hábil ou senão os alunos não colaboram com o andamento das atividades programadas por motivos de indisciplina. Os conteúdos desenvolvidos durante as aulas observadas, em geral, não eram capazes de estimular o caráter investigador do aluno prejudicando-os na formulação de novas questões.

Em relação a gestão da classe observa-se que os professores, em geral, não estimulam a participação dos alunos durante a aula, pois essas são baseadas em exposição de informações sendo que o aluno assume uma posição pouco participativa e questionadora. Por esse fato, não é possível observar os critérios

estabelecidos pelos professores a respeito do tempo de desenvolvimento dos alunos (dos mais rápidos aos menos rápidos). Foi difícil perceber se os professores respeitaram as diferenças dos alunos (ritmos, desenvolvimento, condições culturais, econômicas e sociais), entretanto alguns fatos observados indicam que essas diferenças não eram tratadas igualmente de escola para escola. Com relação aos conflitos intelectuais, de interesse e de atitude dos alunos observa-se que, em geral, os professores assumem uma posição passiva diante os alunos que não apresentam interesse e elogiam aqueles que sobressaem nos estudos individuais. As questões vivenciadas anteriormente pelos alunos foram trabalhadas pelos professores, em geral, na forma de revisão de conteúdo ou utilização de conteúdos que estão interligados, ou seja, os professores retomavam matérias anteriormente trabalhadas somente para o implemento de novos conteúdos. Conclui-se que, em geral, na gestão da classe os professores assumem uma posição passiva dentro do papel de educador e não há uma relação de proximidade entre professor e aluno.

Em relação ao material didático tem-se que, em geral, os professores não confeccionam e não desenvolvem materiais alternativos e interessantes, utilizam apenas o quadro de giz para o desenvolvimento de suas aulas. Os materiais didáticos quando desenvolvidos pelos professores, em geral, não possibilitavam o desenvolvimento da criatividade dos alunos e não estavam adequados ao tipo de aula desenvolvida. A maioria das aulas foi desenvolvida com o auxílio do livro didático, seja para auxílio pedagógico (professores) ou para execução de atividades (dos alunos) em sala ou em casa.

Em relação às habilidades pessoais dos professores observa-se que, na maioria das aulas, eles utilizaram uma linguagem clara, correta, adequada aos alunos, trabalhando com desembaraço, entretanto poucas vezes envolveram toda a classe.

Em relação à avaliação, observa-se que as quatro funções da avaliação, como consta na revisão bibliográfica, foram desenvolvidas em momentos raros durante as aulas observadas. Nota-se que a função diagnóstica foi executada intuitivamente pelos professores, por esse motivo lhe sendo atribuída a real importância de seu papel no processo avaliativo. Relativa a função de controle, observa-se novamente a execução intuitiva por parte dos professores. A função projetiva da avaliação foi realizada com o intuito de auxiliar somente os alunos que apresentaram algum tipo de interesse durante as aulas, participando das mesmas. Os professores não

desenvolveram essa função para a turma como um todo e nem exercendo a sua real função. A função educativa da avaliação foi realizada apenas com o objetivo de transmitir a informação ao aluno, não exercendo seu papel de determinação dos pontos fracos e fortalecimento dos pontos fortes, nem mesmo de estabelecimento das ligações entre os professores e os alunos. Observa-se que os professores, em geral, distinguem as diferenças individuais dos alunos, não exercendo completamente a função educativa da avaliação. As observações revelam que, em geral, as quatro funções da avaliação não têm sido desenvolvidas de acordo com a revisão bibliográfica. As funções são desenvolvidas intuitivamente ou de maneira incompleta, prejudicando o processo avaliativo. Observa-se também que o processo avaliativo é concebido, em geral, como um modo de quantificar o aprendizado do aluno e seu instrumento de medida baseia-se apenas em provas e testes avaliativos.

4.2. Análise dos dados obtidos das entrevistas tipo A

Essa entrevista foi realizada com os alunos das escolas em estudo segundo um guia construído no formato de questionário contendo dezoito perguntas. A análise qualitativa dos dados foi realizada considerando cada uma das dezoito perguntas e estabelecendo-se categorias de respostas. As frequências relativas a cada pergunta (por categoria) foram expressas por meio de porcentagens.

O objetivo da primeira questão foi verificar qual a noção que o aluno tem sobre o papel da escola em sua vida. Foram identificadas duas categorias de respostas:

Categoria 1: Para adquirir conhecimentos.

Categoria 2: Para garantir um futuro melhor.

As respostas da primeira questão mostram conscientização por parte dos alunos do papel desempenhado pela escola em sua formação.

O objetivo da segunda questão foi verificar quais são as opiniões dos alunos sobre a escola por eles frequentada. As respostas obtidas foram classificadas em três diferentes categorias, a saber:

Categoria 1: Ótima ou boa.

Categoria 2: Boa, mas com restrições.

Categoria 3: Ruim.

As respostas dessa questão, embora contenham sugestões para o aperfeiçoamento das escolas, mostram que os alunos qualificam-nas como ótimas ou boas.

O objetivo da terceira questão *foi* levantar o que os alunos mais gostam de fazer na escola. As respostas foram agrupadas em três categorias.

Categoria 1: Praticar esportes.

Categoria 2: Conversar, fazer amigos.

Categoria 3: Estudar, ir ao laboratório e ler.

Conclui-se dessas respostas que a maioria dos alunos prefere praticar esportes, estudar e fazer amigos, nessa ordem.

O objetivo da quarta questão foi levantar opiniões dos alunos a respeito do estudo de Matemática. Foram coletadas as respostas que podem enquadrar-se nas categorias:

Categoria 1: Sim.

Categoria 2: Não.

As respostas da quarta questão de pesquisa indicam que os alunos gostam de Matemática. Há uma parcela de respostas negativas, mas essas não foram justificadas, nem mesmo relacionadas a alguma insatisfação.

O objetivo da quinta questão foi levantar as informações sobre quais atividades de matemática os alunos preferiam, no entanto, esse objetivo não foi alcançado, pois os alunos responderam em relação a todas as possíveis atividades desenvolvidas em sala de aula. Seria necessário reformular essa questão da seguinte forma: “*Quais atividades de Matemática você mais gosta?*” Dessa maneira obteríamos os resultados desejados. Mesmo assim foi possível obter os seguintes dados agrupados em quatro categorias.

Categoria 1: Referentes à Matemática.

Categoria 2: Referentes a outros conteúdos.

Categoria 3: Ser espectador.

Categoria 4: Em grupo, visando a cooperação.

As respostas indicam que os alunos gostam de atividades referentes à Matemática e de outros conteúdos, nessa ordem.

O objetivo da sexta questão foi levantar as opiniões dos alunos a respeito da figura do professor e foram enquadradas em quatro categorias.

Categoria 1: A maneira de ensinar.

Categoria 2: Ela é legal, engraçada.

Categoria 3: Da sua personalidade.

Categoria 4: Não gosto.

As respostas revelam que a grande maioria dos alunos gosta de seus professores de Matemática, seja pelo seu jeito de ensinar, pela sua maneira engraçada de ser ou pela sua personalidade.

O objetivo da sétima questão foi levantar informações de como são as aulas de Matemática e quais atividades são realizadas durante as mesmas. Entretanto os alunos não deram respostas adequadas mesclando como eram as aulas com as atividades realizadas durante a mesma, ora respondiam a uma ou a outra pergunta. Seria necessário portanto uma subdivisão dessa questão em duas outras perguntas: *“Fale como são as aulas de Matemática”* e *“Que atividades você realiza durante as aulas de Matemática?”* Procedendo de maneira análoga às questões anteriores, foram elaboradas três categorias de respostas, a saber:

Categoria 1: Fazemos atividades variadas.

Categoria 2: Consideram as aulas boas e com algo positivo.

Categoria 3: As aulas são vistas como algo negativo.

As respostas revelam que, geralmente, as aulas são vistas como boas e algo de positivo, (conforme os alunos) realizam atividades variadas.

O objetivo da oitava questão foi levantar informações sobre o que o professor de Matemática realizava durante os momentos relativamente vagos de suas aulas, ou seja, nos momentos em que os alunos estavam realizando suas atividades. Foram estabelecidas três categorias.

Categoria 1: Permanece realizando tarefas particulares ou descansa.

Categoria 2: Observa a classe.

Categoria 3: Auxilia os alunos que tem dificuldades.

O objetivo da nona questão de pesquisa foi verificar como os alunos procedem diante das dúvidas em relação a explicações do professor. Foram obtidas quatro categorias de respostas, a saber.

Categoria 1: Pergunto ou peço explicação.

Categoria 2: Pergunto, mas não sou atendido da maneira desejada.

Categoria 3: Não pergunto, pois sei que não serei atendido adequadamente.

Categoria 4: Busco outras soluções.

O objetivo da décima questão foi verificar como o professor tratava as dúvidas dos alunos, se procurava ou não desenvolver o raciocínio dos alunos. Foram obtidas duas categorias de respostas.

Categoria 1: Faz você pensar.

Categoria 2: Responde diretamente.

As respostas indicam que, em geral, os professores questionam as dúvidas dos alunos pretendendo desenvolver o raciocínio deles. Considera-se o questionamento fator importante para o bom desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem de Matemática

O objetivo da décima primeira foi desvendar atitudes tomadas, em geral, pelos professores diante dos alunos. Foram obtidas três categorias de respostas.

Categoria 1: Explica novamente.

Categoria 2: Explica, mas não de forma satisfatória.

Categoria 3: Não atende às dificuldades.

As respostas dessa questão demonstram que os professores têm, na medida do possível, tentado esclarecer as dúvidas dos alunos.

O objetivo da décima segunda pergunta foi levantar dados referentes às atitudes do professor diante de algum problema de disciplina. Foram estabelecidas quatro categorias de respostas.

Categoria 1: Manda para a coordenação ou para fora de sala.

Categoria 2: Tenta conversar ou chama a atenção.

Categoria 3: Avisa os pais.

Categoria 4: Tira ponto ou anota o nome.

As respostas indicam que em geral, as atitudes dos professores diante de algum problema de disciplina, estão baseadas no diálogo, ocorrendo punições em alguns casos.

O objetivo da décima terceira questão foi, finalmente, desvendar que entendimento o aluno possui sobre o processo avaliativo, e foram categorizadas dois tipos de respostas.

Categoria 1: Verificar o aprendizado.

Categoria 2: Teste, atividade, prova.

As respostas dessa questão indicam que as noções dos alunos sobre o processo avaliativo referem-se basicamente à avaliação quantitativa e à verificação do aprendizado, não condizendo, portanto, com o referencial teórico assumido.

O objetivo da décima quarta questão foi revelar como tem sido realizado o processo avaliativo na escola em estudo. Foram obtidas duas categorias de resposta.

Categoria 1: Aplicando provas, testes (individuais ou em grupo).

Categoria 2: Olha a disciplina e o caderno.

As respostas da décima quarta questão de pesquisa demonstram que os alunos vêem a realização do processo avaliativo em suas escolas, em geral, por meio de provas e testes acentuando a existência do caráter somativo da avaliação e sugerindo, de algum modo, a existência das funções diagnóstico e de controle.

O objetivo da décima quinta questão foi detectar as opiniões dos alunos a respeito do tipo de processo avaliativo desenvolvido em suas escolas. Foram estabelecidas quatro categorias de respostas, a saber:

Categoria 1: Muito boa ou boa.

Categoria 2: Ruim.

Categoria 3: Errada.

Categoria 4: Chata.

As respostas dessa questão indicam que, em geral, os alunos não vêem problemas referentes ao processo avaliativo desenvolvido em suas escolas.

O objetivo da décima sexta questão foi verificar os significados que os alunos têm do ser ou não aprovado e as possíveis relações com as provas e/ou testes. Foram encontradas quatro categorias de resposta.

Categoria 1: É uma boa ou ótima escola.

Categoria 2: Ruim, o ensino é fácil.

Categoria 3: Depende, se a escola exerceu bem a sua função.

Categoria 4: Errado.

Algumas respostas sugerem que os alunos consideram boas as escolas onde todos são aprovados. Outras, que isso indica um ensino fácil (facilidade de aprovação).

O objetivo da décima sétima questão foi levantar as opiniões dos alunos a respeito das atividades coletivas desenvolvidas em sala. Foram encontrada quatro categorias de respostas.

Categoria 1: Jogos, dinâmica e debate.

Categoria 2: Trabalho ou prova em dupla.

Categoria 3: Não realiza atividades em grupo.

Categoria 4: Sou contra atividade em grupo.

Algumas respostas sugerem que os alunos gostam de trabalhos e/ou de provas em grupo. Outras indicam jogos, dinâmicas e debates.

O objetivo da décima oitava questão foi levantar as opiniões referentes às atividades coletivas desenvolvidas na escola como um todo. Foram encontradas quatro categorias de respostas.

Categoria 1: Praticar esportes.

Categoria 2: Realizar atividades extra-classe como festas, excursões, brincadeiras.

Categoria 3: Realizar em grupo atividades tais como pesquisa, prova ou feira de ciências.

Categoria 4: Estudar alguma matéria específica.

Algumas respostas indicam que os alunos gostam de praticar esportes, outras revelam a preferência por atividades em grupo ou Feira de Ciências.

4.3. Análise dos dados obtidos das entrevistas tipo B

Essa entrevista foi realizada com os professores de Matemática das turmas envolvidas na pesquisa nas escolas em estudo segundo um guia construído no formato questionário contendo oito perguntas. A análise qualitativa dos dados foi realizada considerando cada uma das oito perguntas estabelecendo-se categorias de respostas. As frequências relativas a cada pergunta (por categoria) foram expressas por meio de porcentagens.

O objetivo da primeira questão foi averiguar quanto tempo de profissão os professores entrevistados tem em média. Foram obtidas quatro categorias de resposta.

Categoria 1: Menos de cinco.

Categoria 2: De cinco a dez.

Categoria 3: De dez a quinze anos.

Categoria 4: essa categoria representa as respostas dos professores que lecionam há mais de quinze anos nos dois últimos ciclos do Ensino Fundamental.

As respostas indicam que, em geral, os professores entrevistados lecionam há mais de dez anos nos dois últimos ciclos do Ensino Fundamental.

O objetivo da segunda questão é foi verificar qual é a formação dos profissionais respondentes. Foram estabelecidas três categorias.

Categoria 1: Licenciatura Plena em Matemática.

Categoria 2: Curso Médio.

Categoria 3: Outro curso superior.

As repostas dessa questão revelam que, em geral, os professores têm formação profissional em Licenciatura Plena em Matemática, indicando que a maioria está habilitado a desenvolver suas atividades como educador.

O objetivo da terceira questão foi revelar as opiniões dos professores a respeito da adequação de sua formação profissional. Foram obtidas três categorias de respostas, a saber:

Categoria 1: Sim.

Categoria 2: Não.

Categoria 3: Sim/Não.

As respostas indicam que a maioria dos professores acredita ter formação profissional adequada para desenvolverem suas atividades.

O objetivo da quarta questão foi averiguar se existem dificuldades na condução do processo de ensino-aprendizagem de Matemática nos dois últimos ciclos do Ensino Fundamental. Para essas respostas, foram verificadas duas categorias.

Categoria 1: Sim.

Categoria 2: Não.

As respostas revelam que, em geral, os professores encontram algum tipo de dificuldade na condução do processo de ensino aprendizagem, seja pela heterogeneidade das turmas, problemas de aprendizagem e descompromisso dos alunos e falta de acompanhamento dos pais. Observa-se que nenhuma resposta aponta dificuldade do próprio professor.

O objetivo da quinta questão foi levantar as opiniões dos professores sobre a proposta de avaliação da Secretaria de Estado da Educação de Minas Gerais (SEE-MG). Foram obtidas três categorias.

Categoria 1: Sim.

Categoria 2: Não.

Categoria 3: Não conheço.

As respostas indicam que a maioria dos professores não concorda com a proposta de avaliação da SEE-MG, pois o processo de aprovação automática, sendo eles causa vários problemas, que não foram esclarecidos totalmente.

O objetivo da sexta questão foi levantar as opiniões dos professores entrevistados a respeito de como deve ser a avaliação. Foi obtida uma categoria de resposta.

Categoria 1: Contínua e diária.

As respostas revelam que os professores concebem a avaliação da aprendizagem de Matemática como um processo contínuo e diário, no qual o aluno deve ter participação efetiva em todo ele.

O objetivo da sétima questão foi verificar quais as opiniões dos entrevistados a respeito das funções da avaliação. Foi obtida uma categoria de resposta.

Categoria 1: Verificar a aprendizagem do aluno.

As respostas revelaram que os professores, em sua maioria, definem como única função da avaliação o ato de verificar a aprendizagem do aluno, verificando também seu compromisso, suas dificuldades e a efetividade do trabalho do professor.

O objetivo da oitava questão foi levantar as informações sobre os tipos de avaliação que os professores utilizam em sala de aula.

Algumas respostas obtidas indicam que alguns professores determinam os tipos de avaliação como avaliação diária, testes e provas.

Outras respostas sugerem que os professores desenvolvem uma série de atividades (exercícios em grupo, leitura de livros paradidáticos, mesas redondas, relatórios), que constituem o processo como um todo, ou seja, realizam observações diárias durante a execução das atividades.

4.4. Análise dos dados obtidos das entrevistas tipo C

Essa entrevista foi realizada com pessoas da comunidade referente às regiões onde estão localizadas as escolas em estudo segundo um guia construído no formato questionário contendo dezoito perguntas. A análise qualitativa dos dados foi realizada considerando cada uma das dezoito perguntas estabelecendo-se categorias de respostas. Algumas foram expressas em termos de porcentagens.

O objetivo da primeira questão foi verificar qual era a cidade de origem dos entrevistados. Foram encontradas duas categorias de respostas.

Categoria 1: Ouro Preto.

Categoria 2: Outra cidade.

As respostas indicam que as pessoas entrevistadas são, em sua maioria, nascidas em Ouro Preto.

O objetivo da segunda questão foi desvendar quais os possíveis motivos fizeram os respondentes se mudarem para Ouro Preto. Foram encontradas três categorias de respostas, a saber.

Categoria 1: Por motivos profissionais.

Categoria 2: Para estudar.

Categoria 3: Por motivos pessoais.

As respostas dessa questão indicam que, em geral, a população vem para Ouro Preto em busca de empregos.

O objetivo de terceira questão foi recolher informações gerais sobre as potencialidades das regiões onde localizam as escolas em estudo. Foram encontradas duas categorias de resposta.

Categoria 1: A escola.

Categoria 2: Estrutura comercial e médica.

As repostas indicam que a população, em geral, considera a escola, a estrutura comercial e médica como fatores positivos em suas localidades.

O objetivo da quarta questão foi recolher informações gerais sobre os possíveis problemas das regiões onde localizam as escolas em estudo. Foram encontradas três categorias de resposta, a saber.

Categoria 1: O comércio.

Categoria 2: A violência.

Categoria 3: Falta de assistência médica.

As respostas indicam que, em geral, a violência é o principal fator negativo referente às localidades onde se encontram as escolas em estudo.

O objetivo da quinta questão foi averiguar as opiniões da comunidade onde se encontra as escolas em estudo sobre as condições de vida nessa localidade. As respostas foram agrupadas em três categorias de resposta.

Categoria 1: As condições de vida estão piorando.

Categoria 2: As condições de vida são ruins.

Categoria 3: O custo de vida é alto.

As respostas revelam que, em geral, as condições de vida da população não são boas, sendo que há indicativos que esteja piorando ainda mais.

O objetivo da sexta questão foi recolher informações da comunidade local sobre o conhecimento de alguma pessoa, seja essa criança ou adolescente, estudante da escola em estudo. Foram obtidas duas categorias de respostas.

Categoria 1: Sim.

Categoria 2: Não.

As respostas indicam que a comunidade tem, de certa forma, algum conhecimento sobre os alunos das escolas em estudo.

O objetivo da sétima questão foi averiguar se existe alguma relação entre as escolas e a comunidade. Foram agrupadas duas respostas em categorias, a saber.

Categoria 1: Nenhuma.

Categoria 2: Boa ou normal.

As respostas dessa questão revelam que, em geral, a comunidade não tem relação alguma com as escolas em estudo.

O objetivo da oitava questão foi averiguar se a comunidade já freqüentou ou freqüenta as escolas em estudo. Para essas respostas foram construídas quatro categorias de respostas.

Categoria 1: Sim, para reunião de pais.

Categoria 2: Sim, em festas.

Categoria 3: Sim, quando estudei na escola.

Categoria 4: Não.

As respostas indicam que a comunidade, de um modo geral, já freqüentou as escolas em estudo, seja para reuniões de pais, para festas, para estudar, nessa ordem.

O objetivo da nona questão foi levantar opiniões da comunidade referentes ao relacionamento das escolas em estudo com a população. As respostas foram agrupadas em duas categorias.

Categoria 1: É bom.

Categoria 2: É limitado.

As respostas sugerem que a população não tem uma posição definida sobre o relacionamento da escola com a comunidade. Para uns a relação é boa, para outros é limitado.

O objetivo da décima questão foi desvendar quais as recordações da comunidade relativas ao estudo de Matemática e porque essas recordações se procedem. Para essa questão foram categorizadas quatro respostas, a saber.

Categoria 1: Sim. Porque tive bons professores.

Categoria 2: Sim. Por outros motivos.

Categoria 3: Não. Sempre tive problemas.

Categoria 4: Não. Por outros motivos.

As respostas sugerem que uma porção da comunidade das escolas em estudo tem boas lembranças do estudo de Matemática, no entanto existe uma outra porção que se opõe a esse fato.

O objetivo da décima primeira questão visa levantar as opiniões relativas as atividades que eram realizadas nas aulas de Matemática. Foram encontradas duas categorias de resposta.

Categoria 1: Eram aulas cansativas, sérias.

Categoria 2: Eram aulas legais, divertidas.

As respostas obtidas indicam que, de um modo geral, as atividades de Matemática eram cansativas e sérias o que prejudica o aprendizado dos alunos.

O objetivo da décima segunda questão foi levantar as informações dos respondentes a respeito do entendimento sobre a avaliação da aprendizagem. Foram encontradas duas categorias de resposta.

Categoria 1: Forma de conferir o aprendizado.

Categoria 2: Forma de quantificar o aprendizado.

As respostas dessa questão revelam, que, em geral, a comunidade concebe a avaliação como uma forma de conferir o aprendizado.

O objetivo da décima terceira questão foi recolher informações sobre como era realizada a avaliação da aprendizagem. Foram categorizadas duas respostas.

Categoria 1: Provas.

Categoria 2: Trabalhos.

As respostas indicam que o processo avaliativo é desenvolvido, em geral, por meio de provas, revelando que esse processo tradicional ainda persiste no âmbito da educação.

O objetivo da décima quarta questão foi levantar as informações, entre as pessoas da comunidade próxima as escolas em estudo, de como está sendo realizada a avaliação da aprendizagem de Matemática atualmente. Para as respostas a essa questão, foram obtidas três categorias.

Categoria 1: Parece que mudou muito.

Categoria 2: Continua provas.

Categoria 3: Hoje é mais flexível.

As respostas revelaram que, em geral, a população concebe algumas mudanças dentro do processo avaliativo ou acredita que ocorre alguma flexibilidade comparada com antigamente. Uma parcela determina que existem provas como avaliação da aprendizagem.

O objetivo da décima quinta questão foi recolher as informações referentes aos objetivos da avaliação. Foram obtidas duas categorias de resposta.

Categoria 1: Verificar o aprendizado.

Categoria 2: Analisar e classificar o conhecimento.

As respostas dessa questão indicam que, em geral, a comunidade relata que a avaliação objetiva verificar o aprendizado do aluno.

O objetivo da décima sexta questão foi levantar as opiniões da comunidade em relação às escolas que aprovam todos os seus alunos. Todas as respostas à primeira pergunta foram indicativas de ruim, sendo que em relação à segunda pergunta foi categorizada tipos de resposta como justificativa.

Categoria 1: Podem ocorrer aprovações sem méritos.

Categoria 2: Os alunos não estão preparados para esse modelo.

As respostas revelam que a maioria da comunidade não concorda com a escola que aprova todos os alunos, pois ocorreria aprovação sem mérito.

O objetivo da décima sétima questão foi recolher opiniões da comunidade próxima as escolas em estudo sobre as possíveis qualidades existentes nessas escolas. Foram categorizadas duas respostas.

Categoria 1: Há bons professores e bom ensino.

Categoria 2: Não há nada de positivo.

As respostas indicaram que para a comunidade em geral as escolas não possuem indicadores de qualidade ou consideram esse como a existência de bons professores e bom ensino.

O objetivo da décima oitava questão foi recolher informações sobre as possíveis sugestões que a comunidade teria para as escolas em estudo. Foram obtidas três categorias.

Categoria 1: Sugeriram tornar o ensino deveria ser mais rígido.

Categoria 2: Sugeriram incentivar o estudo.

Categoria 3: Não sugeriram nada pois consideram que a escola é boa.

As respostas dessa questão indicam algumas sugestões para as escolas, que elas deveriam tornar o ensino mais rígido ou então incentivar o estudo.

5. Conclusões

A análise das questões dos questionários tipo A, B e C e do roteiro de observações de aulas revela que, de um modo geral, as avaliações ocorrem de forma isolada quase sempre com a finalidade somativa.

Percebe-se que os alunos, em geral, não vêem problemas referentes ao processo avaliativo desenvolvido em suas escolas.

As pessoas da comunidade em torno das escolas pesquisadas relataram que o processo avaliativo é desenvolvido, de um modo geral, por meio de provas ou testes, com objetivo de conferir a aprendizagem dos alunos. Entretanto são mencionadas algumas mudanças dentro desse processo, indicativas de flexibilização comparada com os métodos utilizados antigamente.

Os professores relataram que, em geral, encontram algum tipo de dificuldade na condução do processo de ensino-aprendizagem. Eles afirmam que a avaliação da aprendizagem de Matemática como um processo contínuo e diário, no qual o aluno tem participação efetiva, no entanto as observações não confirmam que esse processo contínuo e diário seja colocado em prática.

As observações revelaram que, em geral, a avaliação da aprendizagem assume somente a função somativa. Quando surge com a finalidade de diagnosticar o processo de ensino-aprendizagem, não é levada em consideração na execução da função projetiva.

Os resultados desse estudo revelam que, em geral, a avaliação é compreendida como um teste ou prova com a finalidade de aprovar ou reprovar.

6. Bibliografia

BONNIOL, Jean-Jacques; VIAL, M. *Modelos de Avaliação: textos fundamentais*. Porto Alegre: Artmed. 2001, 358 p.

DINIZ, M. P. , VIANA, M. C. V. *A avaliação da aprendizagem de Matemática em escolas do Ensino Fundamental, séries finais, da cidade de Ouro Preto- MG*. Relatório Final do Programa de Incentivo a Iniciação Científica – PIBIC/CNPq – UFOP, Departamento de Matemática. Ouro Preto: (no prelo). 2003, 65p.

DOLL, William E., *Currículo: uma perspectiva pós-moderna* Trad. Maria Adriana V. Veronese. Porto Alegre: Artmed. 1997, 224 p.

DOMÍNGUEZ, Trelles, J. *Evaluación del Aprendizaje*. En Didáctica Universitaria. Serie/Ensaio. Universidad de Lima. Perú. 1982.

FREIRE, Madalena. [et al]; Esther Pillar Grossi, org., *Paixão de aprender*. Petrópolis, RJ: Vozes, 1992.

FREIRE, Paulo, *Pedagogia da Autonomia*. São Paulo: Paz e Terra.

GARCÍA RAMIS, L. J., VALLE LIMA Alberto, FERER LÓPEZ, M. A *Autoperfeccionamiento docente y creatividad*. La Habana:Pueblo y Educación.1996, 90 p

KOHL, M. O., *Vygotsky Aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico*. 4ª edição. São Paulo: Scipione, 2001.

MESSICK, Rosemary Grave, PAIXÃO, Lyra, BASTOS,Lília da Rocha (orgs.). *Avaliação Educacional I: Perspectivas, procedimentos e alternativas*. 3ª ed. Petrópolis: Vozes, 1981. 163p.

MESSICK, Rosemary Grave, PAIXÃO, Lyra, BASTOS,Lília da Rocha (orgs.). *Avaliação Educacional II: Perspectivas, procedimentos e alternativas*. 3ª ed. Petrópolis: Vozes, 1981. 150 p.

PERRENOUD, P. *Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens - entre duas lógicas*. Trad. Patrícia Chittoni Ramos.Porto Alegre: ArtMed. 1999.183 p.

REGO, Teresa Cristina. *Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação*. 7ª edição. Petrópolis: Vozes, 1999. p. 103

VIANA, M. C. V. *O conceito aprendizagem nas diversas correntes psicológicas*, 2002, 17 p.(texto didático).

VIANA, M. C. V. *Perfeccionamiento del Currículo para la formación de profesores de Matemática en la UFOP*: La Habana, 2002. 165 p. Tese (Doutorado em Ciências Pedagógicas). Instituto Central de Ciencias Pedagógicas- ICCP/Universidade Federal de Ouro Preto- UFOP.

VILLARROEL, Idrovo, J. *Evaluación Educativa. Estudio Crítico*. Ibarra. Universidad Técnica del Norte. Ecuador. 1990.

ZILBERSTEIN, J e Silvestre, M. *¿Como Hacer más Eficiente el Aprendizaje?* México: Ceide, 2000. 170p.

0403CC ENSINO DE MATEMÁTICA: REPROVAÇÕES EM MATEMÁTICA

Bricio Garcia Carvalho Duarte

Cláudio Mendes Machado

Clebert Henrique da Silva

Daniela Fátima dos Santos Mendes

Eliane Patrícia Fernandes Pereira

Mirian Jaquicele Louzada da Silva

Neire Maria da Silva Barbosa

Quele Josiane Martins¹

Esta pesquisa trata de uma abordagem do Ensino de Matemática, onde se procura compreender questões sobre reprovações de alunos em disciplinas do Curso de Matemática, em 2001, em âmbito da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco/FASF/Luz/MG. E, a partir dessa problemática, pretende-se estabelecer a relação entre o ensino de Matemática na educação básica e na educação superior. Onde procuraremos estabelecer parâmetros de aspectos econômicos, sociais, culturais (aprendizagem que obteve nos níveis básicos de sua educação), da vida pessoal do aluno com sua vida acadêmica. Ressaltando as relações entre o Corpo Docente e o Corpo Discente, o Ensino Fundamental / Médio e o Ensino Superior. Onde abordaremos uma série de fatores que podem ter contribuído para as reprovações observando relações dentro e fora da Instituição de Ensino Superior, a qual interferem diretamente na vida acadêmica dos alunos reprovados.

1. Introdução

Trata-se de uma pesquisa sobre o Ensino de Matemática realizada por graduandos do segundo período do Curso de Matemática da FASF/Luz. A problematização que norteou a pesquisa foi às reprovações de alunos em disciplinas do segundo período do Curso de Matemática, da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco/Luz/MG, em 2001.

¹ Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco, Departamento de Matemática, Curso de Matemática, 2º período noturno, sob a orientação do Prof. Eliezer Carneiro de Oliveira.

A partir dessa problemática, procura-se conhecer e refletir sobre possíveis motivos que contribuíram para as reprovações de graduandos no segundo período do curso.

Acredita-se que as reprovações podem ter ocorrido devido a fatores escolares e extra-escolares, a saber: a) deficiência da comunicabilidade docente; b) a ineficácia da didática geral e da específica; c) defasagem do ensino na educação básica; d) a influência da jornada de trabalho no desempenho do graduando.

A pesquisa torna-se importante, pois poderá indicar novas reflexões sobre as possíveis dificuldades didático-pedagógicas presentes no ensino de matemática. Ora, não se pretende dar uma solução para o problema, pois a complexidade do tema é enorme. Por conseguinte, indicar uma solução seria negligenciar variáveis históricas, sociais, culturais, econômicas, políticas; que incidem sobre a problemática e a educação em geral. Entretanto, pretende-se com a pesquisa poder contribuir para que as reflexões sobre o processo de ensino e aprendizagem de matemática estejam mais próximas da realidade educacional.

Para direcionar as atividades será adotada a metodologia de pesquisa explicativa, isto é, a de abordagem qualitativa e, quanto aos meios, utilizar-se-á a pesquisa de campo, a pesquisa bibliográfica e a análise de documentos.

A revisão de literatura trata-se de dissertações de educadores que versam sobre o ensino de matemática e em educação em geral, no contexto da formação docente, da avaliação e da retenção de alunos. Acredita-se que as formas de avaliações podem estar determinando a progressão ou retenção do aluno.

Para Curi (2002), a avaliação não deve ser tomada como *fim* no processo de ensino-aprendizagem, mas como *meio* para o desenvolvimento cognoscível do aluno, onde esse poderá construir seu próprio conhecimento, ao invés de ser depositário de informações, somente.

Curi (2002) continua: nos cursos de formação de professores, as avaliações são vistas como *fim* no processo de ensino. Ademais, se isso ocorre, os futuros professores podem adotar o mesmo processo, quando na docência em educação básica. Daí o surgimento de um ciclo vicioso, interminável. Ora, se não houver mudanças no processo de formação do professor, essa realidade pode continuar por longo tempo, tornando-a um empecilho para a educação e, sobretudo, para o aluno que não terá uma educação de qualidade, transformadora e formadora de cidadão consciente e atuante na sociedade em geral.

Assim, torna-se necessário refletir sobre os métodos de avaliação adotados pelos professores em sala de aula, os quais influenciam na progressão ou retenção dos discentes.

Pais (2001) percebe a avaliação como parte do processo de ensino e aprendizagem, que complementa a aprendizagem do aluno. No entanto, se percebe que a avaliação é vista como um fim em si mesma. Ou seja, a aprendizagem do aluno gira em torno da avaliação, que é seletiva, de desempenho, somente. Ela não acrescentará nada de novo quanto à questão de desenvolvimento cognoscível do aluno.

Ademais, o professor tem dificuldade em avaliar o aluno. Isso ocorre porque pouco se discutiu sobre a questão em curso de licenciatura. O futuro professor adquire de forma *a posteriori* como é uma avaliação. Isto é, através de avaliações que exigiam dele a memorização de exercícios, fórmulas; que, na medida do possível, eram resolvidos de forma mecânica, e que logo eram esquecidos.

Entretanto, para Perrenoud (2002), é preciso modificar o quadro da educação atualmente. Deve-se desenvolver novas técnicas didáticas, de forma que os conhecimentos sejam ministrados ao aluno, tendo em vista a sua aprendizagem, e não à sua preparação para a avaliação seletiva, que é ainda utilizada uma vez que os procedimentos de avaliação direcionam para a seleção dos mais aptos. Diante disso, a avaliação que deveria ajudar no processo de ensino e aprendizagem do aluno, torna-se um instrumento de segregação. Os mais aptos têm êxitos, daí a progressão; enquanto àqueles menos aptos, não têm êxitos, daí a retenção, a alienação do saber escolar e, conseqüentemente, da estrutura social. Esse impasse pode ser contornado se professor souber trabalhar com as diferenças de conhecimentos do corpo discente. Para isso, pode desenvolver técnicas didático-pedagógicas que atenda a essa heterogeneidade, fazendo que todos os alunos aprendam em meio à heterogeneidade discente.

Para Pietropaolo (2002), o problema pode ser a didática adotada pelo professor em sala de aula. Ou seja, que procedimentos didáticos o professor utiliza quanto trabalha o conteúdo com os alunos? Isto é, como o professor ensina os conhecimentos formais aos alunos? Ora, se durante a formação do futuro professor inexistia técnica alternativas de ensino que visassem o seu crescimento cognoscível, esse tipo ensino torna-se deficiente quanto ao uso de procedimentos metodológicos. Daí, a priorização dos conhecimentos formais, de conteúdo pelo professor. Esses

conteúdos são cobrados nas avaliações, que também prioriza a avaliação formal, factual; porém negligencia as avaliações conceituais, procedimentais e atitudinais. Assim, como o futuro professor, que nunca utilizou as avaliações negligenciadas durante sua formação acadêmica, pode agora, enquanto professor coloca-las em prática? Ora, sua prática será direcionada para a avaliação que conhece – a avaliação formal.

Por conseguinte, Pires (2002) percebe que a questão de retenção do aluno pode está relacionada com os cursos de licenciaturas. Pires considera ser lá, nas licenciaturas, um dos focos que contribuem para a desqualificação do ensino de matemática. Ora, se este necessitam de adequação, os futuros professores poderão estar despreparados para a docência na educação básica. Pires é convicto da necessidade de se investir na formação do professor, mas esse investimento tenha como *norte*, a adoção de métodos de ensino de qualidade, onde o futuro professor poderá adquirir novas ferramentas que fomentem sua formação cognoscível e ética. Ou seja, isso poderá ser um dos procedimentos para preparar melhor o futuro professor, em sua totalidade, no âmbito da educação. Acredita-se que com essas alternativas, o aluno da educação superior poderá adotar os conhecimentos formais e éticos durante o exercício do magistério em educação básica.

Porém, Paiva (2002) ressalta que é necessário instigar os professores a adquirirem novas competências quanto à questão de conhecimentos formais, conceituais e procedimentais. Isto é, o professor deve exercitar a capacidade em modelar seu conhecimento, para que esse seja acessível ao aluno. O professor deve ser capaz de manipular os recursos didáticos disponíveis para que o conteúdo abordado possa ser incorporado pelo aluno. Essa ferramenta poderá ser adquirida pelo futuro professor durante sua formação em curso de licenciatura e de sua inserção a comunidade escolar e, também da inclusão de disciplinas curriculares como a prática de ensino e, posteriormente, de estágio supervisionado a partir do primeiro ano na faculdade. Se esse procedimento for aplicado desde o início do curso, o futuro professor poderá adquirir experiência quanto à convivência com membros da comunidade escolar, como também, poderá aprender a utilizar recursos didáticos, que são importantes o dar aula.

D' Ambrósio (2002) enxerga outra realidade. Ele evidencia a necessidade que o professor tem de trabalhar a matemática de acordo com a realidade do aluno, de modo que os recursos didáticos adotados pelo professor sejam utilizados de forma

prática, que não venha gerar desconforto do aluno em aula e, conseqüentemente, o desinteresse pelo ensino de matemática. Estes cuidados versam para os cursos de licenciaturas e da educação básica. Mas é nos cursos de licenciaturas que se deve ter cuidado para que os alunos não se desinteressem pelas disciplinas, devido ao fato que pode ter professores nas licenciaturas, sem compromisso com o ensino e a formação do futuro professor.

Rucci (2001) vê no professor o elo para o êxito da aprendizagem do aluno. Ora, o professor pode planejar ações pedagógicas, que visem a valorização da aprendizagem do aluno, de maneira que se possa aprimorar no dia a dia o processo de ensino e aprendizagem e da avaliação. Isso poderá contribuir para o desenvolvimento cognoscível do aluno. É sabido que o professor é aquele sujeito que indica e orienta o aluno no âmbito da produção do conhecimento. Para isso, o professor tem de possuir uma boa formação acadêmica, para que ele possa trabalhar com seus alunos, de forma que a formação discente seja inovadora, transformadora, reflexiva e crítica.

2. Metodologia

Os métodos aplicados para a realização da pesquisa quanto aos meios foram à pesquisa bibliográfica, a pesquisa de campo e a pesquisa documental. A pesquisa bibliográfica se ateve à revista “Educação Matemática em Revista”, que forneceu fundamentação teórica sobre o Ensino da Matemática e a formação do professor. Na pesquisa de campo, utilizou-se como técnica de coleta de dados, questionários e entrevistas estruturados, que foram aplicados à população amostral de doze alunos reprovados em disciplinas, do universo de aluno do segundo período do curso de Matemática, em 2001. Os dados foram coletados de maneira a confirmar ou não as suposições levantadas. Na pesquisa documental, utilizou-se documento arquivado no Departamento de Matemática/FASF/Luz, isto é, Lista de alunos matriculados no segundo período de matemática de 2003. Esse documento serviu-se para confirmar o numero real de alunos em dependência no segundo período do Curso de Matemática, em 2003.

3. Resultados e Discussões

Buscamos conhecer as possíveis causas, que provocaram as reprovações dos alunos do 2º Período de Matemática em 2001. Através de dados recolhidos com estes alunos, elaboramos um conjunto de problemas, já citados na introdução, para servir de base na construção dos resultados, que visam diminuir o número de reprovação no curso de Matemática da FASF–Luz, aumentando o grau de aprendizagem dos alunos, que serão futuros professores.

Essas possíveis causas foram criadas através até uma razão, obtido com professores e alunos, que vêm esta situação de modo bem diferente, mas suas opiniões têm alguns pontos em comum, o que permitiam a realização da pesquisa.

Com esta pesquisa propôs-se indicar possíveis soluções para que os alunos possam se adaptar as disciplinas curriculares, uma vez que os conteúdos formais, conceituais, procedimentais, atitudinais; poderão ser apreendidos em sua totalidade. Assim, deficiências originadas na Educação Básica poderão ser sanadas gradativamente.

Essa pesquisa foi realizada no segundo período do curso de Matemática de Licenciatura Plena da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco, entre o período de março a abril de 2003. Ao desenvolvê-la, pretendeu-se identificar “novas formas de recuperar o desempenho e a aprendizagem dos alunos” - razão primeira da pesquisa ora proposta.

Para sanar estas dificuldades dos alunos, objetivou-se encontrar conjuntos de motivos ou causas pelos quais alunos foram reprovados no segundo período de Matemática de 2001. Motivos estes, que podem ser trabalhados e recuperados através da conscientização sobre a importância da dedicação professor/aluno no processo ensino-aprendizagem.

Tentou-se demonstrar e comprovar estes motivos através de questionários e entrevistas, feitas aos alunos reprovados em Matemática do segundo período, para que possamos compreender a real situação em que originou esta paralisação, ou seja, esta dificuldade do aluno nas disciplinas deste curso. E como fundamentação teórica utilizou-se de textos que tratam do ensino da Matemática, textos estes, que visa compreender as dificuldades no ensino de Matemática.

A metodologia a ser utilizada foi de abordagem qualitativa que visou compreender as reprovações dos alunos no período citado, diante disso tentaremos encontrar solução ao seguinte problema:

Quais os motivos das reprovações do segundo período de 2.001, nas disciplinas Fundamentos da Matemática II, História da Matemática e Geometria Analítica, no curso de Licenciatura Plena em Matemática da Fasf – Luz?

Com os resultados dessa pesquisa o departamento da Matemática pode, avaliar a melhor maneira de como ajudar seus alunos, para que estes possam ampliar seus conhecimentos, corrigir algumas falhas do sistema de Ensino Fundamental e Médio, e como consequência aumentar a aprendizagem de seus alunos.

3.1. Comunicação entre alunos e professores

A partir da análise dos dados, que foram coletados por meio de entrevista e questionários, constatou que existe entre o corpo docente e discente uma certa dificuldade de comunicação e de interesses afins, presentes no processo ensino–aprendizagem. A realização de uma avaliação diagnóstica nas primeiras aulas poderia auxiliar o professor a conhecer a fundamentação teórica dos alunos, e a partir dessa ferramenta, o professor poderia elaborar uma proposta didático–pedagógica, onde referencial seria o conhecimento prévio do corpo discente constatado através da avaliação diagnóstica, supostamente realizada.

Segundo Perrenoud, o professor pode “*administrar a heterogeneidade no interior das turmas*”². A maneira na qual o professor direciona as aulas pode acarretar a falta de interesse ou não do aluno, através dos possíveis motivos: 1) o conteúdo ministrado estar além de sua realidade cognoscível, impulsionando a não–aprendizagem do aluno; 2) o conteúdo ministrado estar interagindo com realidade cognoscível do aluno, impulsionando-o a aprendizagem.

Ricci (2001) disserta que “*o professor precisa saber diagnosticar o desenvolvimento psico-pedagógico de seus alunos, saber planejar ações pedagógicas a partir da leitura do diagnóstico e precisa saber avaliar (...) e é através dele que poderá garantir o direito a aprender*”³.

Ora, dos doze alunos entrevistados: 41% concordaram que o modo como os professores direcionam as aulas, ou seja, a didática utilizada pode ser um dos fatores responsáveis pela não-aprendizagem dos alunos; 42% assinaram que a

² PERRENOUD, P. *Dez novas competências para ensinar*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000. *apud* RUCCI, Rudá. *O direito de aprender*. Juiz de Fora: SME/CFP, 2001.

³ RUCCI, Rudá. *O direito de aprender*. Juiz de Fora: SME/CFP, 2001.

didática não é um fator responsável pela não-progressão dos alunos; e 17% afirmaram que tiveram dificuldades em assimilar o conteúdo ministrado. (GRAF. 01).

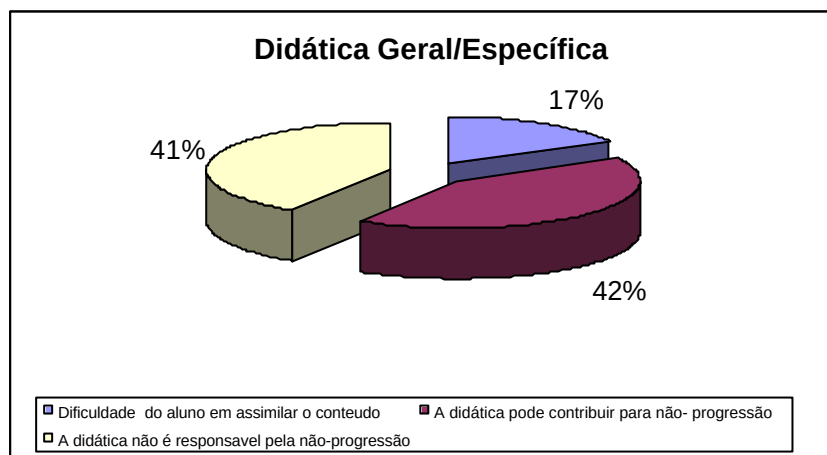


Gráfico 01: Didática Geral / Específica utilizada pelo professor

Diante disso, supõe-se que a dificuldade do aluno quanto à aprendizagem esteja na heterogeneidade cognitiva do corpo discente em sala. Daí a dificuldade em compreender a exposição/explicação do conteúdo pelo professor, que, provavelmente, desconhece a fundamentação teórica de alunos: Ademais, 50% dos entrevistados perceberam que o conhecimento de matemática adquirido no ensino médio não era trabalhado, lapidado; enquanto que os 50% restante afirmaram que a fundamentação teórica dos alunos era trabalhada em sala no decorrer das aulas. (GRAF. 02).

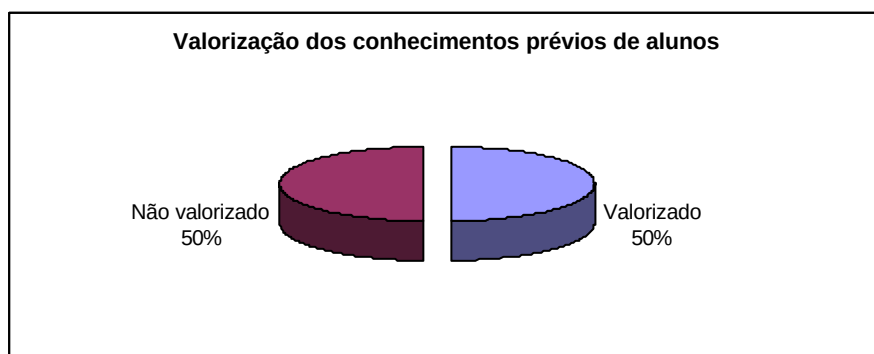


Gráfico 02: Opinião dos alunos com relação à valorização dos seus conhecimentos prévios

Esse fato gera uma não-comunicação entre o professor e os alunos. Ora, a falta de comunicação entre professores e alunos ocorre por diversas causas, que

têm seus efeitos/consequências. Segundo Pais: “esses efeitos resultam de vários aspectos; a metodologia de ensino, obstáculos, formação do professor, nível dos alunos, dos conceitos entre outros”⁴.

Em outro dado, 75% concordaram que seus desempenhos nas disciplinas poderiam ter sido melhor, se houvesse uma maior aproximação entre alunos/professor através do diálogo. Ademais, o dialogo ideal para Bordenave e Pereira (2002) era que: “compreenderia as seguintes fases: percepção, decodificação, interpretação, resposta, codificação”⁵. Mas o que aconteceu entre professores e alunos é que perderam algumas destas fases, devido o fato de que o aluno teve dificuldades de compreender, e o professor teve dificuldades de se fazer compreender. (GRAF. 03).

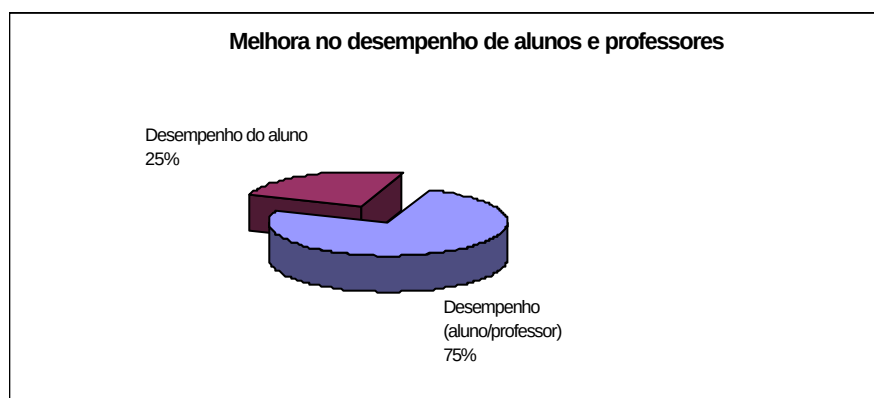


Gráfico 03: Desempenho de Alunos e Professores

Diante desses dados, sugerimos: estabelecer um diálogo entre as partes, de modo que: a) o corpo docente e corpo discente - planejam as aulas; discutam os procedimentos didáticos; b) o corpo docente - expor o que é importante para a aprendizagem dos alunos.

O professor pode acompanhar o desenvolvimento dos alunos através de avaliações diagnósticas, de modo que a interação entre as partes possa fluir tranquilamente, onde os alunos aprendem com o professor e o professor aprenda com os alunos.

Ricci (2001) afirma que,

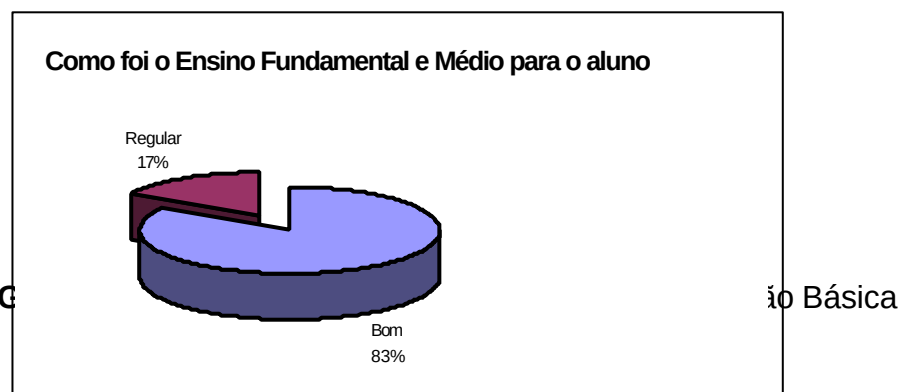
⁴ PAIS, Luiz Carlos. *Didática da matemática*. Belo Horizonte. Ed. Autentica.2001, cap.8 p.89.

⁵ BORDENAVE, Juan Diaz e PEREIRA, Adair Marins. *Estratégias de ensino*. 24. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2002, p.193.

O professor (...) é o protagonista da garantia do direito a aprender. Não depende totalmente de iniciativas governamentais. Mas, sozinho, será portador de mudanças tímidas e localizadas. Para garantir o direito de aprender, nos dias de hoje, necessitamos construir uma nova escola, aberta à comunidade, que assuma seu papel social de socialização e humanização dos homens, que garanta tempo individual e coletivo para professores pesquisarem, avaliarem e testarem ações pedagógicas.⁶

3.2. Defasagem dos aluno na Educação Básica

A defasagem do Ensino Fundamental e Médio se comprovou por contradição. Em regra: 83% afirmaram que o ensino de matemática na educação básica foi “bom”. (GRAF. 04). Entretanto, 60% assinalaram que tiveram dificuldades em acompanhar o desenvolvimento das aulas. (GRAF. 05).



A matemática ensinada na educação básica, em escolas públicas, contribui para que a fundamentação teórica básica dos alunos seja suficiente para que àqueles que desejam ingressar no ensino superior tenha êxito. Entretanto, existem

⁶ RUCCI, Rudá. *O direito de aprender*. Juiz de Fora: SME/CFP, 2001.

contradições nas informações dos gráficos 4 e 5; isto é, 83% dos entrevistados afirmaram que o ensino era bom, e em seguida, 60% afirmaram que tinham dificuldades em acompanhar o conteúdo. Diante disso, questionamos: Que significa “bom” para os alunos que assinalaram essa opção? Por que tiveram dificuldades nos conteúdos, se se classificaram o ensino como “bom”? Os alunos entrevistados provêm de que tipo de escola: Pública/Privada; ensino regular/supletivo? As respostas dessas questões poderão ajudar a melhor compreender os gráficos 4 e 5.

Se os alunos afirmaram que tiveram uma educação básica boa, e estes mesmos alunos afirmaram que tiveram dificuldades no acompanhamento das aulas, e também que esta dificuldade se manifestou no ensino superior, então é possível que sua origem esteja Educação Básica.

Segundo D'Ambrosio (2002),

O desacerto esteja não com o professor ou com o aluno, mas sim com o conteúdo que se pretende ensinar. A matemática que vem dominando os programas é em grande parte, desinteressante, obsoleta e inútil para as gerações atuais⁷.

Isso poderá mudar o quadro da Educação Básica que, geralmente o conteúdo é repassado de maneira tradicional, ou seja, separa os conteúdos que serão lecionados de modo que eles se isolem se tornando um conhecimento que não irá se desenvolver, forçando o aluno a raciocinar separadamente cada assunto não o relacionando com nenhum outro, não despertando o interesse dos alunos que passam a estar na aula por obrigação, se tornando um aluno passivo em sala de aula, podendo ocasionar problemas de aprendizagem no Ensino Superior.

Ora, essa forma de ensino não desperta o interesse do aluno. É uma via de mão única no processo ensino-aprendizagem, onde o conhecimento transmitido ao aluno é sem significado. Isso pode torna-lo um ser-objeto. E daí, se torna ser passivo, não-crítico. O conhecimento pode ser construído conjuntamente se for realizado de forma dialógica, isto é, *“Quem ensina aprende ao ensinar e quem aprende ensina ao aprender”* (Freire, 1996)⁸. Ora, esses fatores se não forem reformulados, poder-se-á refletir no Ensino Superior.

⁷ D'AMBROSIO, Ubiratan. A matemática na escola. *Educação matemática em revista*. São Paulo: SBEM, Ano 1. Edição especial. p. 29-33, mar/2002.

⁸ FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia*, 1996.

Uma possível maneira de reverter esta situação é aperfeiçoar a metodologia de ensino utilizada na educação escolar em todos os níveis de ensino. As propostas poderão ser elaboradas de maneira clara e objetiva, neste aperfeiçoamento metodológico, deve-se buscar uma atitude no sentido de abranger e elevar em quantidade e qualidade o índice de aproveitamento em Matemática, de modo que sejam comuns a todas as escolas e Instituições de Ensino Superior, não esquecendo de se respeitar às características regionais. Também, os cursos de formação de professores podem valorizar mais a formação do professor, motivando-o a aplicar, desenvolver, aperfeiçoar procedimentos didático-pedagógicas, cujo enfoque-fim seja o despertar cognoscível do aluno em educação básica, sem abandonar toda a abstração matemática ampliando todos os valores educativos do saber matemático e o desenvolvimento do raciocínio do Corpo Docente.

3.3. Deficiência na didática geral e específica

A maior dificuldade que notamos no processo de ensino aprendizagem, pela maior parte do Corpo Docente, é a transposição da barreira naturalmente criada pelo ensino tradicional, onde o objeto de estudo apresenta-se quase sempre bem delineado, obedecendo a uma seqüência de pré-requisitos e que vislumbra um horizonte claro de chegada – tal horizonte é muitas vezes o cumprimento do programa da disciplina.

O professor tem de estar se adequando as novas técnicas no processo de ensino aprendizagem, como o trabalho em grupo com outros professores de outras áreas, a realização de projetos, autonomia e responsabilidades crescentes com práticas inovadoras no processo de ensino-aprendizagem e assim desenvolver competências para que possam orientar as formações iniciais e continuas e assim contribuam para a luta contra o insucesso acadêmico.

O professor, com o intuito de agilizar a aula ou apresentar um volume maior de conteúdo, acaba prejudicando o aluno sem perceber-se disso. Isso pode provocar uma interferência no processo de ensino-aprendizagem do aluno, e daí, a submissão deste frente ao saber formativo, construtivista.

Segundo Pais (2001),

Percebemos esta dificuldade, é na tentativa de exercer plenamente na sua tarefa pedagógica, o professor pode ser

levado a tentar acelerar a aprendizagem, antecipando o resultado que o aluno deveria chegar pelo próprio esforço⁹

A antecipação de resultados é evidenciada pelas diversas formas de avaliação. Percebe-se que a melhor maneira de se avaliar é saber que ainda não se sabe avaliar. E a partir daí, é possível encontrar formas que indiquem o caminho correto para se avaliar com eticidade.

Segundo Curi (2002); *“avaliar é uma parte integrada do processo de ensino e de aprendizagem; não é um fim em si mesmo”*. Ele continua, *“avaliar os alunos é uma das tarefas mais problemáticas para o professor em qualquer grau de ensino”*.¹⁰

É preciso uma avaliação diagnóstica, pois o professor encontra alunos com diferentes formações. Se omitir esse procedimento, a sala de aula tornar-se-á em um ambiente desfavorável à aprendizagem.

Ressalta-se a importância de se destacar a seleção e organização de conteúdos; as escalas metodológicas, a organização da avaliação, entre outras. Ainda é notável entre os professores a idéia de que saber Matemática é memorizar regras, formulas e esquemas para aplicá-los em exercícios, sem se preocupar com conceitos envolvidos e o desenvolvimento de atitudes, no qual eles deveriam levar os alunos a buscarem a continuação do seu próprio conhecimento.

Segundo Perranoud (2001), *“É preciso uma evolução das praticas no sentido de buscar uma melhor forma de apresentar conteúdo e mediar conhecimentos, com uma avaliação que ajude o aluno a construir seu conhecimento”*¹¹

Perranoud (2002) reflete: *“para mudar as praticas no sentido de uma avaliação mais formativa menos seletiva, talvez se deva mudar a escola, pois a avaliação está no centro do sistema didático e do sistema de ensino”*¹².

Cabe ao professor orientar seus alunos, de modo que esses possam construir e desenvolver seus conhecimentos. Alves (2002) diz: *“acredito que a verdadeira função do professor é criar condições para que o aluno saiba pensar e ‘aprenda a aprender para melhor intervir e inovar’ (Demo 1996). Educar não é passar*

¹⁰ PAIS, Luiz Carlos. *Didática da matemática*. Belo Horizonte. Ed. Autentica.2001, cap.8 p.89.

¹⁰ CURI, Edda. Avaliação e formação de professores. Proposta e desafios. *Educação matemática em revista*. São Paulo: SBEM, Ano 1.Edição especial.P. 105-113, mar/2002.

¹¹ Citado por Curi, p. 109.

¹² Ibidem, p. 109.

*conhecimentos, mas estimular o aluno a busca-lo*¹³. Então o aluno não dependeria dos resultados do professor. Assim, ele se sente capaz de desenvolver seu próprio conhecimento, em vez de guardar informações que lhe são dadas.

Quando mostramos o problema da falta de comprometimento do aluno com os estudos, levantamos vários fatores. Um deles seria: os alunos estão saindo das escolas sem aprender nada de importante no curso de Matemática. Segundo D'Ambrósio (2002. p.29): *“a Matemática que vem dominando os programas são em grande parte, desinteressantes, obsoleta e inúteis para a geração atual*¹⁴”.

A Matemática então fica desligada das outras disciplinas, e as outras disciplinas desligadas da Matemática. Falta no curso de Matemática à inovação, falta despertar do interesse o aluno para que aí sem ele esteja comprometido com seu aprendizado, falta uma motivação para que o aluno goste da disciplina sem temê-la, para que busque a conscientização da sua importância. Vinculá-la a sua realidade para ter um significado legítimo.

Os alunos são freqüentemente desencorajados pela maneira complicada que a Matemática é apresentada a eles sempre pronta. Segundo D'Ambrósio (2002. p.29): *“qualquer assunto pode se tornar repulsivo se for apresentado destacando as suas dificuldades*¹⁵”.

Quando os alunos tiram notas baixas ficam desencorajados, se sentem ainda mais despreparados, e ao invés de caminharem em busca de melhorarem, regredem, partem para o descomprometimento com seus estudos. Criando-se um círculo vicioso de fracasso e falta de comprometimento.

Ao fracassarem perdem o interesse, principalmente porque se sentem inferiorizados em relação aos outros, muitas vezes são vistos pelos professores como alguém que não aprende. Então se propõe que familiarizar o aprendiz, reforçar sua auto-estima, criar confiança nas suas habilidades, podem ser excelentes instrumentos pedagógicos.

O mais grave é que além de descomprometidos, desencantados com a Matemática, os alunos não estão aprendendo coisas realmente importantes nos

¹³ ALVES, Josias. *Educação matemática e exclusão social*. Ed. Plano, Brasília 2002. cap. Em busca de um melhor educar. p. 91 a 97.

¹⁴ D'AMBROSIO, Ubiratan. A matemática na escola. *Educação matemática em revista*. São Paulo: SBEM, Ano 1. Edição especial. P. 29-33, mar/2.002.

¹⁵ Ibidem

cursos de Matemática. Segundo D'Ambrósio (2002. p.30): *“insistir no desinteressante, obsoleto e inútil esgota tempo e energia do aluno gera desencanto e desilusão com aprender¹⁶¹⁷”*.

Dos alunos reprovados no 2º Período de Matemática em 2.001, 92% afirmaram que optaram pelo curso de Matemática, porque gostam, mas perderam pouco o entusiasmo quando se depararam com o método de ensino utilizado dos professores, sendo que 41,75% não concordaram com a didática aplicada pelos professores. Segundo D'Ambrósio (2002.p.30): *“Os alunos estão aprendendo mal os programas tradicionais, (...) em seguida, esquecem o desinteressante¹⁸”*.

As aulas têm por necessidade serem atrativas, mesmo que o conceito não seja fácil de dominar. Os professores têm que saber interpretar a reação do aluno diante aplicação do conteúdo, pois se o aluno estiver apenas de corpo presente e pensamento distante e porque o cansaço está vencendo ele, aí o professor tem que usar uma tática diferente, aprimorar sua didática com a situação, procurando construir novas estratégias de ensino. Segundo Shulman (1.986) *“para se ensinar uma disciplina, em nosso caso a Matemática, requer-se, de quem exerce essa função, um domínio de conhecimento diferente do exigido para ser matemático¹⁹”*.

O método de ensino é essencial para que o aluno perceba a matéria com outros olhos, interesse e espírito para saber o porquê, onde ou quando foi descoberto cada significado da Matemática. Assumindo para si a responsabilidade de querer aprender e dominar a matéria mais do que simplesmente o que é passado na sala de aula. O indivíduo adquirir um nível de raciocínio bem mais elevado, formando o seu próprio pensamento. Com o nível de informação mais elevado, durante uma aula, ele passará a questionar mais o professor com perguntas bastante criativas concretas. Segundo Shulman (1986): *“o professor deve, portanto, ser capaz de transformar esse conhecimento em algo que pedagogicamente tenha*

¹⁶ D'AMBROSIO, Ubiratan. A matemática na escola. Educação matemática em revista. São Paulo: SBEM, Ano 1.Edição especial.P. 29-33, mar/2.002.

¹⁷ Ibidem

¹⁸ D'AMBROSIO, Ubiratan. A matemática na escola. Educação matemática em revista. São Paulo: SBEM, Ano 1.Edição especial.P. 29-33, mar/2.002.

¹⁹ Citado por PAIVA, Maria Auxiliadora Vilela. Saberes do professor de matemática. Educação matemática em revista. São Paulo: SBEM, Ano 1.Edição especial.P. 95-104, mar/2.002.

significado e, ao mesmo tempo, esteja ao nível das habilidades e conhecimentos de seus alunos, garantindo a formação de novas competências²⁰”.

Uma aula interessante torna-se eficaz, tanto na sala de aula quanto fora dela, levando o aluno a pesquisar cada vez mais. O comprometimento escolar do aluno não deve ser restrito apenas freqüentando as aulas, têm que ser participativa e não assistida. O comprometimento com os estudos para ser eficaz precisa ir além do que o professor ensina para o aluno.

A partir desse pensamento, o comprometimento escolar deixa de ser restrito e obrigatório para ser mais objetivo e amplo, satisfazendo às necessidades do aluno e facilitando a aula para o professor, conseqüentemente tendo um aproveitamento bem maior na sala de aula.

Os alunos ao perceberem que o conteúdo é desinteressante, não se concentraram nas aulas, o que acarretava posteriormente péssimos resultados na avaliação dos professores, que ainda maior à reprovação dos alunos. Este desinteresse pode também surgir de interferência extraclasse, que faz com que os alunos deixem de ser pontuais, assistirem as aulas como deveriam e deixam de participar das atividades da classe e cumprir com os compromissos estabelecidos pela mesma.

Para se reverter possivelmente esta situação, os professores poderiam se atualizar nos novos métodos de ensino, de modo que possa mudar a visão de antipatia que o aluno possa criar por certo conteúdo matemático, buscando demonstrar as facilidades da Matemática e como o aluno possa construir seu conhecimento, adquirindo um senso crítico, deixando ensino de Matemática próximo aos alunos. E quanto aos alunos devem se conscientizar do momento de se divertir e de levar os estudos a sério buscando bons resultados e reconhecimento. Até chegar ao ponto que o seu ideal principal no momento é a sua própria formação e consequência que essa trará.

3.4. Tempo para os estudos e Jornada de Trabalho

Como nós vivemos em uma sociedade capitalista, a Instituição não foge a regra, apesar de ser uma organização filantrópica, é necessário o capital para

²⁰ Citado por PAIVA, Maria Auxiliadora Vilela. Saberes do professor de matemática. Educação matemática em revista. São Paulo: SBEM, Ano 1. Edição especial. P. 95-104, mar/2.002

manter a Instituição com suas plenas funções. Sendo assim os alunos que aqui cursam o Ensino Superior, têm a necessidade de trabalhar para poderem dar continuação aos seus estudos e manter o compromisso com a sua formação. A matemática é como o resto da sociedade influenciada pelas estruturas socioeconômicas em vigência. Segundo Pietropaolo (2002); *“dados econômicos e sociais resultam ainda desigualdade regionais, baixo aproveitamento escolar, defasagem (...), e índices de evasão e repetência”*²¹

Percebe-se que o contexto socioeconômico pode interferir na vida dos alunos quanto à repetência. Também o cansaço pode contribuir para isso. A maioria dos alunos entrevistados reside em outros municípios. E são trabalhadores. Assim, conclui-se que existe um desgaste físico-mental constante, devido à jornada de trabalho e viagens diárias para a cidade de Luz. Os gráficos 6 e 7 demonstram esses dados. Vejamos: 100% dos alunos são trabalhadores(GRAF.7); 76% deles residem em outras cidades da região; e 24% residem em Luz. (GRAF.6). Sobre a jornada de trabalho: 66% trabalham de 6 a 8 horas diárias; 17% 9 horas diárias e 17% acima de 9 horas. Nota-se que os alunos entrevistados exercem atividades remuneradas, conforme assinalado no gráfico. (GRAF. 07).

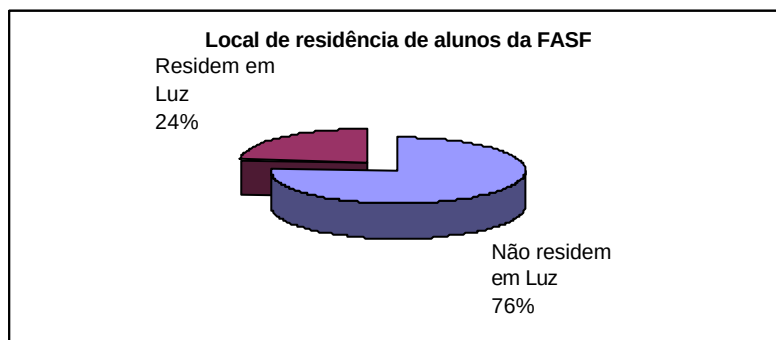


Gráfico 06: Alunos que residem em Luz – Outras cidades.

²¹ PIETROPAOLO, Rui César. Parâmetros curriculares de matemática para o ensino de matemática. Educação matemática em revista. São Paulo: SBEM, Ano 1. Edição especial. p. 34-38, mar/2002.

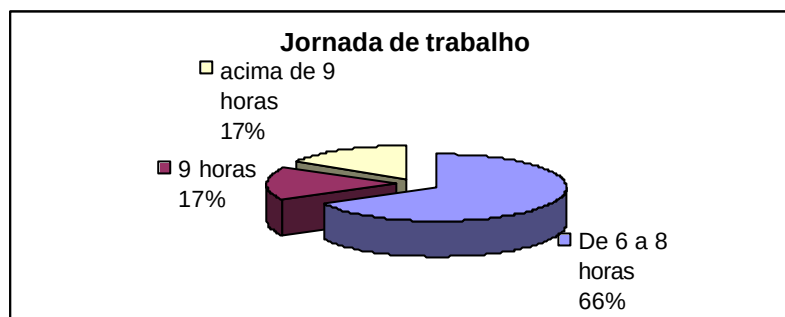


Gráfico 07: Jornada de trabalho

Uma possível solução para amenizar esse quadro seria ampliar o apoio de: do governo em âmbito (Federal, Estadual e Municipal), da IES e das empresas onde os alunos trabalham. Isto é, o governo federal, através do Ministério da Educação poderia destinar mais recursos financeiros para o FIES; criar outros programas de auxílio – transporte - aos alunos de ensino superior. As empresas poderiam reduzir a jornada de trabalho dos alunos. Isso permitiria ao aluno um maior tempo para se dedicarem aos estudos. Ademais, poderiam se preparar melhor, onde a qualidade seria o referencial durante o curso. Assim, o aluno poderá conseguir melhorar seu desempenho no meio acadêmico e no meio profissional, e para a empresa, seria um investimento quanto à qualificação de mão-de-obra, que é fundamental para seu crescimento e desempenho financeiro. No âmbito da IES, poderia ser ampliado o programa de concessão de descontos e, também, aumentar o número de vagas para monitoria nos projetos da instituição. Ora, essas são algumas metas, que, se aplicadas, poderão contribuir para que a qualificação do futuro-professor possa ser significativa para a sociedade, para a Matemática, para a educação básica e, para o futuro-professor.

4. Considerações Finais

Essa pesquisa objetivou melhor compreender os motivos que nortearam a incidência de reprovações de alunos de disciplinas curriculares do segundo período do Curso de Matemática, da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco – Luz/MG, em 2001. Através de análise dos dados, conclui-se que é necessário aprimorar e inovar os métodos de ensino da Matemática para que o processo ensino-aprendizagem tenha significado para alunos, professores e sociedade em geral. Ora, o conjunto de fatores que acarretaram essas reprovações

se manifesta de maneira muito complexa, impossibilitando que esta pesquisa possa atingir a totalidade do propósito almejado. Assim, outras pesquisas são necessárias para se compreender melhor o problema sobre o ensino de matemática em seus diversos níveis.

5. Referências Bibliográficas

- ALVES, Josias. **Educação matemática e exclusão social**. Ed . Plano Brasília 2002.
- BORDENAVE, Juan Diaz e PEREIRA, Adair Martins. **Estratégias de ensino**. 24. ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2002.
- CURI, Edda. Avaliação e formação de professores. Proposta e desafios. **Educação matemática em revista**. São Paulo: SBEM, Ano 1. Edição especial. p. 105-113, mar/2002.
- D'AMBROSIO, Ubiratan. A matemática na escola. **Educação matemática em revista**. São Paulo: SBEM, Ano 1. Edição especial. p. 29-33, mar/2002.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**. [s.l.] [ed], 1996.
- PAIS, Luiz Carlos. **Didática da matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001
- PAIVA, Maria Auxiliadora Vilela. Saberes do professor de matemática. **Educação matemática em revista**. São Paulo: SBEM, Ano 1. Edição especial. p. 95-104, mar/2002.
- PERRENOUD, P. **Dez novas competências para ensinar**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.
- PIETROPAOLO, Rui César. Parâmetros curriculares de matemática para o ensino de matemática. **Educação matemática em revista**. São Paulo: SBEM, Ano 1. Edição especial. p. 34-38, mar/2002.
- PIRES, Célia Maria Carolino. Reflexões sobre os cursos de Licenciatura em matemática. **Educação matemática em revista**. São Paulo: SBEM, Ano 1. Edição especial. p. 44-56, mar/2002.
- RUCCI, Rudá. **O direito de aprender**. Juiz de Fora: SME/CFP, 2001.

COMUNICAÇÕES CIENTÍFICAS E RELATOS DE EXPERIÊNCIA

**TEMA 05 ASPECTOS COGNITIVOS E LINGÜÍSTICOS NA EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA**

0501CC A prática da matemática escolar no Ensino Médio Técnico

Valéria Guimarães Moreira¹

Márcia Maria Fusaro Pinto (orientadora)²

RESUMO

O objetivo da pesquisa é investigar como as experiências já vivenciadas pelos alunos interferem na reconstrução de um conceito matemático. Nosso olhar está voltado para a matemática escolar como uma prática social, observando como as experiências de alunos de ensino médio técnico em diversas aulas que abordam um mesmo conceito matemático contribuem para sua reconstrução. Para tal, pretendemos investigar e discutir se cada um destes contextos escolares podem ser entendidas como constituindo uma comunidade de prática distinta e, em caso afirmativo, como os aspectos do conceito constituídos a partir de cada uma das experiências vivenciadas pelos alunos se relacionam com características da prática onde foram produzidas.

Neste artigo apresentamos alguns resultados de análise de observação em sala de aula, aplicação de questionário e entrevistas com alunos do curso de Sistema Viário de uma escola que oferece ensino médio técnico. Desta análise emergem características que podem identificar contextos escolares diferenciando-os como comunidades de prática da matemática escolar distintas.

¹ Mestranda do Program de Pós-graduação em Educação da UFMG *lelagm@yahoo.com.br*

² Professora do Departamento de Matemática e do program de Pós-graduação em Educação da UFMG *marcia@mat.ufmg.br*

Introdução

Este artigo discute resultados de pesquisa em andamento, cuja questão inicial foi construída ao longo do desenvolvimento de um projeto de Iniciação Científica.

No contexto em que aquela pesquisa era conduzida, junto a alunos em seu primeiro curso de cálculo, os conceitos matemáticos são, em geral, apresentados aos alunos através de suas definições, muitas vezes formais, referenciamo-nos em VINNER (1991) e TALL e VINNER (1981) buscando explicar o que observávamos em nossa investigação.

Para estudar o papel das definições no ensino/aprendizagem da matemática TALL e VINNER (1981) propõe a distinção entre uma noção que denominam *imagem conceitual*, e uma outra noção, que é a *definição conceitual* :

“*Imagem Conceitual* é qualquer associação, relacionada ao conceito, que se faz em nossa mente. Esta é evocada em nossa memória quando vemos ou ouvimos seu nome. A imagem conceitual pode ser uma representação visual ou uma coleção de impressões ou experiências.”

“*Definição Conceitual* é a forma de palavras usadas para designar um conceito.”

(TALL e VINNER, 1981; VINNER, 1991)

Esta distinção nos ajudou a entender a diversidade de idéias associadas pelos sujeitos da pesquisa aos conceitos matemáticos apresentados pelos professores de Cálculo.

Dentre os conceitos matemáticos investigados, um nos chamou atenção especial: o conceito de tangente.

A partir dos resultados a respeito deste conceito³, nossa conjectura foi a de que os alunos que participaram da nossa pesquisa, em sua maioria provenientes de escolas profissionalizantes, buscaram determinar a reta tangente a uma curva genérica fundamentados em sua prática de trabalho em desenho técnico (disciplina

³ Alunos entrevistados, em geral vindos de ensino médio técnico, surpreenderam com idéias como a de ajustar um arco de círculo à curva na proximidade do ponto de tangência, inclusive mencionando determinar aproximadamente o seu centro, para então traçar a tangente como uma perpendicular ao raio.

dos cursos profissionalizantes de ensino médio) e ou referenciadas no discurso de seus professores de física.

Discutimos o fato de que este não é o ponto de partida tradicional dos professores de nível universitário ao definir a reta tangente a uma curva genérica. Tendo em vista que o conceito de tangente já havia sido apresentado pelo professor de cálculo a muitos destes alunos entrevistados em nossa pesquisa, ficou-nos então a dúvida quanto a aceitação, ou não, por parte de muitos alunos, do procedimento proposto pelo professor na universidade.

O papel da definição na formação do conceito é discutido em VINNER (1991) ressaltando que, no cotidiano, a partir do momento que uma *imagem conceitual* é formada, a definição pode passar a ser dispensável, tornando-se inativa ou podendo ser até esquecida. Esta não é a situação desejada em contextos científicos, que requer o uso das definições para evitar ao máximo a possibilidade de erros. No entanto, Tall & Vinner (1981) concluem que muitos estudantes tem grande dificuldade ao trabalhar com conceitos matemáticos, pois eles combinam uma forte *imagem mental* com uma *imagem da definição conceitual*, e, numa atitude próxima à da cotidiana, não consultam a definição formal do conceito.

Remetendo-nos a VYGOTSKY(1993), chamou-nos atenção o fato do autor ressaltar que por trás das palavras existe a gramática independente do pensamento, a sintaxe dos significados das palavras. Isto pode ser uma explicação para o fato de que palavras ditas pelo professor em sala de aula em geral evocam entre os alunos diferentes imagens sobre seu significado, pois remetem a construções de significado em 'contextos' distintos.

Ainda, segundo ERNEST (1998), os conceitos matemáticos como definidos tradicionalmente por professores em sala de aula - a definição do conceito - constituem um conhecimento matemático explícito. Já os conceitos matemáticos desenvolvidos principalmente através de uma prática dos alunos são entendidos por este autor como conhecimento matemático tácito. Passamos a nos perguntar se o conhecimento produzido pelos alunos sobre o conceito de reta tangente durante as aulas de desenho técnico, disciplina do ensino médio técnico não seriam aspectos predominantemente tácitos do conhecimento matemático relativos àquele conceito; isto porque talvez tal conhecimento não tenha sido explicitado por nenhum professor, mas emergido de uma prática em sala de aula.

A influência das experiências prévias de uma pessoa na formação de um conceito é colocada por Vygotsky:

“...as crianças transformam a experiência em base para a construção de novas compreensões e de processos dialéticos específicos, por meio dos quais o conhecimento prévio das crianças conduzirá suas construções conceituais mais recentes.” (GEARHART, 1994).

Vygotsky estava preocupado com a maneira pela qual os processos sociais e históricos davam forma ao desenvolvimento cognitivo, pensando que os processos cognitivos naturais e não-mediados da criança tornavam-se redirigidos e mediados por formas de discurso comunicativo, e pelas construções semióticas e conceituais relacionadas à cultura produzidas na interação com os outros.

Tal colocação nos encorajou a desenvolver esta pesquisa procurando entender a aprendizagem da matemática como resultado de uma prática social, como vem sendo proposto por Lave e outros autores.

Parece-nos que estudar as imagens evocadas pelos alunos sobre determinado conceito se relaciona com a teoria de prática social de Lave e Wenger (citada em ADLER, 1998), uma vez que esta tem como foco o currículo aprendido e não o ensinado: ao investigar os aspectos que cada aluno tem reconstruído sobre um determinado conceito, o foco se concentrará no aprendido e mais adequado ao contexto, segundo os alunos.

E ainda parecia-nos que cada uma das práticas de aula de desenho técnico, física e matemática parece estar contribuindo com aspectos distintos do conceito de tangente. Constituiriam estas três práticas contextos distintos?

Decidimos então desenvolver uma pesquisa voltando nosso olhar para a matemática escolar como uma prática social, observando como as experiências de alunos de ensino médio técnico vivenciadas nas aulas de matemática, física e desenho técnico contribuem para a construção do conceito de tangente. Para tal, pretendemos investigar e discutir se cada um dos contextos escolares citados constituem uma comunidade de prática distinta, e como aspectos do conceito construídos em cada uma das experiências vivenciadas pelos alunos se relacionam com características da prática onde foram produzidas.

Este estudo será de relevância a professores de ensino médio e universitário, uma vez que ambos trabalham a construção do conceito matemático de reta

tangente a uma curva com os alunos e deparam com as imagens que estes trazem de outros contextos distintos do da sala de aula de matemática.

Quadro Teórico

Lave e Wenger (1991, ver Adler 1998) desenvolvem uma teoria de prática social, que denominam 'participação periférica legítima em comunidades de prática', situando a aprendizagem em comunidades de prática social.

Segundo Adler(1998) a 'participação periférica legítima' é a ponte conceitual entre o indivíduo e a comunidade de prática. Propondo a aprendizagem como uma dentre as várias dimensões de uma prática social, as pessoas adquirem conhecimento através de sua participação em alguma prática.

Para Lave(1996) a 'aprendizagem é um aspecto de mudança da participação em comunidades de prática'⁴ (ibid.,p.150), devido ao tempo que os indivíduos participam de tal prática, seja ela escolar ou não. O conhecimento é uma relação entre comunidades de prática, a participação em práticas e a generalização de identidades.

Mas o que vem a ser realmente esta comunidade de prática?

Referenciados na teoria de Lave, Winbourne e Watson (1998) realçam alguns pontos que caracterizam uma comunidade de prática:

- os participantes criam e encontram sua identidade através de sua participação numa determinada prática;
- os participantes são posicionados como aprendizes, segundo a estrutura social da comunidade;
- há um propósito partilhado pelos membros da comunidade;
- comportamentos, linguagens, hábitos, valores e ferramentas usadas são partilhados pelos membros da comunidade;
- a prática é constituída pelos participantes;
- todos participantes se vêem engajados nas atividades da comunidade.

Os autores observam que as quatro primeiras características citadas são bem aceitas no contexto escolar, porém chamam a atenção para o fato de que as duas últimas são menos óbvias. A releitura da teoria de Lave e Wenger para este contexto está ainda em discussão.

⁴ Tradução de Valéria Guimarães Moreira

De fato, Watson(1998) discute que a pesquisa de Lave origina-se da observação de aprendizes de alfaiate, compradores de supermercado e outras práticas em que 'a aprendizagem matemática toma lugar em situações sociais complexas'(ibid.,p.2). Em tais práticas, o conhecimento aprendido é um estado de mudança: as pessoas aprendem participando na ação, usando as ferramentas e linguagens da situação, dando-se assim a mudança de 'iniciantes' para 'especialistas'.

Porém, na aprendizagem escolar o ensino explícito - a aprendizagem, por exemplo, da matemática - toma lugar e, para a autora, numa situação como esta o conhecimento não é visto como 'estado de mudança'. Isto porque só o fato do aluno ter adquirido conhecimento não muda necessariamente sua posição - de aprendiz para especialista - dentro da prática escolar. Ou seja, o aluno continua sendo aluno, durante toda a prática escolar. Na sala de aula, a noção de 'estado de mudança' não se restringe a adquirir conhecimento, mas deverá compreender todas as ações, pensamentos, sentimentos e aspectos envolvidos dentro dela, o que Lave(1993, ver Watson 1998) lista como mente, corpo, ação e cultura.

ADLER (1998) discute as dificuldades de transportar a teoria de prática social de Lave e Wenger para o contexto escolar. Para a autora, mesmo oferecendo uma teoria geral de prática social a partir de pesquisa que se passa em locais fora do ambiente escolar, Lave e Wenger consideram a escola como um contexto social específico, envolvendo diferentes comunidades de prática, não tendo no entanto desenvolvido sua teoria para esta.

Adler observa que em contextos como de uma oficina de prática de trabalho, o aprendiz deseja tornar-se como o mestre adquirindo aquela prática e, como consequência, a profissão do mestre; porém na escola, como no caso da sala de aula de matemática, poucos alunos desejam tornar-se professores de matemática ou matemáticos como seu "mestre": o professor. Também a atenção e as intenções do mestre são diferentes das do professor. Para o primeiro, a intenção é a prática por si mesma, 'o saber fazer'; e para o segundo é a aprendizagem de um 'saber-objeto'. Um bom mestre será aquele que possibilita a participação do aprendiz e um bom professor será capaz de trazer a matemática na relação ensino-aprendizagem. Ou seja, o mestre se preocupa mais com o fazer e o professor com o saber.

A autora propõe então voltar-se para a matemática escolar como um discurso. Segundo ela, nesta discussão, há dois entendimentos importantes de matemática escolar.

O primeiro é que a escola é um contexto específico. E então o ensino e aprendizagem da matemática em escolas é uma prática social totalmente específica.

O segundo é que a matemática escolar precisa ser entendida como um tema discursivo ou como um conjunto de discursos do qual o registro matemático faz parte, onde 'discurso' significa 'linguagem como é usada para efetivar a vida social e intelectual de uma comunidade'⁵ (p.173). Nesta perspectiva, a aprendizagem matemática envolve adquirir, reconhecer e desenvolver modos específicos de usar a linguagem. Além disso, a matemática escolar é aprendida através do discurso, através da linguagem em uso na sala de aula, que não é o discurso dos matemáticos, nem da matemática do cotidiano. Adler (1998) entende que 'a matemática escolar é uma prática social com relação de tempo e espaço, atividades e práticas discursivas específicos'⁶ (p.173).

Buscando responder à questão de pesquisa proposta e sugeridas por Adler(1998), voltamos nosso olhar para o discurso presente nas salas de aula observadas. Referenciadas em Lave (ver Watson& Wimbourne, 1998) procuramos destacar fatores que pudessem caracterizar cada disciplina escolar como uma comunidade de prática distinta.

- Intencionalidade da matemática, que inclui o objetivo da aula: se trabalhar o conceito matemático, como acontece numa aula de matemática, ou se utilizá-lo como apoio para desenvolver uma outra atividade; e a abordagem do conteúdo.
- Prática em sala - se expositiva ou prática; a disposição dos alunos no espaço da sala; o papel do professor e do aluno na atividade.
- Material didático, do qual os alunos podem incorporar aspectos do conceito explícitos ou não em sala de aula.
- As representações do conceito pelos alunos e pelos professores em cada contexto. Visto que as representações dos participantes são criadas na prática e realçam muitas vezes os comportamentos, linguagens, hábitos, valores e ferramentas partilhados.

⁵ Tradução de Valéria Guimarães Moreira

⁶ Tradução de Valéria Guimarães Moreira

Procedimentos Metodológicos

A pesquisa é qualitativa e estará inserida na área de Educação Matemática. Após revisão de literatura de pesquisa na área, a pesquisadora iniciou observação em sala de aula de alunos trabalhando o conceito de tangente. A coleta de dados foi iniciada a partir destas observações, de questionários e de entrevistas, que estão em fase inicial de análise.

O contexto em que a pesquisa está sendo desenvolvida é junto a alunos do ensino médio em curso técnico, onde o conceito de tangente é trabalhado em várias disciplinas.

Num primeiro contato com instituições de ensino médio técnico de Belo Horizonte foram coletadas informações sobre em que disciplinas e em quais momentos o conceito de tangente é apresentado aos alunos. Optamos por desenvolver a pesquisa em um colégio que oferece ensino médio regular e técnico, que aparentemente, em relação aos demais colégios contatados articula melhor o ensino regular ao técnico, oferecendo maior opção de cursos técnicos na área de exatas onde o tópico a ser pesquisado _ “reta tangente a curva” _ pudesse ser abordado.

O primeiro contato foi feito em fins de novembro de 2002 com a coordenadora do ensino médio e também professora de matemática. Neste mesmo dia também foi feito um primeiro contato com professores de física e matemática sobre a abordagem do tópico pesquisado em sua disciplina e com o coordenador do curso técnico de eletrônica sobre quais disciplinas técnicas do curso poderia abordar o tópico pesquisado.

O ano letivo de 2003 iniciou-se em março e aproximadamente duas semanas após o início a coordenadora do ensino médio foi procurada novamente e orientou a pesquisadora quanto aos cursos técnicos que poderia procurar onde talvez fosse abordado o conceito pesquisado. Orientou-a também quanto as disciplinas do ensino médio regular que abordariam o tópico em questão, no caso foram física, desenho básico e talvez a matemática.

Depois dos contatos feitos optamos por acompanhar as seguintes aulas ao abordar o tópico ‘reta tangente a uma curva’: matemática, física, desenho básico, desenho mecânico módulos I e II do curso de mecânica, cálculo básico e projeto do curso de Sistema Viário, matemática módulo II do curso de Eletrônica.

Cada uma destas disciplinas será acompanhada durante o trabalho com o tópico matemático pesquisado, observando: a abordagem dada ao conceito, discurso presente na sala de aula, o objetivo da aula, a distribuição dos alunos em sala e maneira como desenvolvem suas tarefas. Um questionário será aplicado aos alunos em sala de aula em cada disciplina observada. Tal questionário será composto de poucas questões enunciadas de modo a propiciar o aparecimento maior possível das imagens dos alunos que o responderem. Será feita então uma análise das respostas e uma primeira categorização.

Com base em tais categorias, selecionaremos alguns alunos para entrevistas clínicas semi-estruturadas, com o objetivo de conhecer, através dos critérios usados pelos alunos nas decisões tomadas ao responder cada questão do questionário, quais aspectos do conceito de tangente já estão construídos em sua imagem conceitual e a quais das experiências de contato com este conteúdo em seu curso médio estão relacionados estes aspectos. Tais entrevistas serão em grupo, onde acreditamos que a fala de um aluno ajudará a evocar imagens de outros e contribuirão de forma mais relevante para perceber as características que tornam tais alunos pertencentes a comunidade de prática de cada contexto observado. Se necessário poderemos selecionar algum aluno do grupo entrevistado para uma entrevista individual com o objetivo de melhor conhecer os critérios usados por tal aluno ao responder ao questionário.

A análise inicial das entrevistas já foi iniciada. Procuramos inferir elementos sobre a intencionalidade da matemática em cada disciplina mencionada na discussão dos alunos durante a entrevista, como também atentos às diversas representações evocadas pelos alunos, ressaltando aquelas que são consensuais no grupo.

Primeiros resultados

Os resultados de análise que apresentamos neste artigo dizem respeito às observações em sala de aula da disciplina Projeto, do curso técnico de Sistema Viário, ao questionário aplicado aos alunos da turma após às aulas que abordavam o conceito investigado e à entrevista com seis alunos que se dispuseram a participar.

⇒ Observação em sala de aula

O curso técnico de Sistema Viário na escola pesquisada é um curso de concomitância externa, oferecido em turnos diurno (manhã) e noturno. As aulas observadas pela pesquisadora são do turno da manhã. O curso tem duração de dois anos e é dividido em quatro módulos semestrais. A disciplina observada é disciplina do módulo III, segundo ano do curso, carga horária quatro horas aula semanais. É ministrada por um professor durante toda uma manhã. Neste semestre, a turma era constituída por 19 alunos, sendo 6 de concomitância interna cursando o terceiro ano do ensino médio. Estes seis alunos entraram na escola antes de mudança ocorrida no curso, quando este tornou-se exclusivamente de concomitância externa. Os demais alunos já concluíram ou estão cursando o ensino médio em outras escolas.

A aula acontece em uma sala própria para a disciplina. Possui pranchetas de desenho individuais para cada aluno, voltadas para o quadro-negro e carteira do professor.

Nesta disciplina os alunos estão construindo um projeto de estradas. Em disciplinas anteriores aprenderam procedimentos para desenvolverem o projeto em questão e agora os estão utilizando. Em disciplina posterior, disciplina de campo denominada Locação de Estradas, os alunos receberão um projeto de uma estrada e o irão locar na prática.

Durante as aulas observadas, o professor vai ao quadro antes dos alunos iniciarem alguma atividade e dá explicações que parece julgar necessárias. Algumas instruções parecem ser omitidas ou consideradas desnecessárias, deixando que os alunos criem sozinhos estratégias para desenvolvê-las. Após concluírem a tarefa o professor retorna ao quadro e, juntamente com os resultados encontrados pelos alunos constrói uma tabela de dados que se torna um padrão para a turma. Durante todos os momentos em que o professor vai ao quadro há pouca interação aluno-professor: ele basicamente explica e os alunos ouvem. Uma prática comum dos alunos em todas as atividades do curso é a utilização de calculadoras científicas.

A dinâmica de desenvolvimento do trabalho consiste no traçado de uma estrada em um único terreno cuja planta é distribuída para todos os alunos. O professor nem sempre permanece em sala de aula durante o desenvolvimento das atividades. Muitas vezes ele passa grande parte do horário fora de sala de aula. Tal situação não parece incomodar os alunos, que permanecem desenvolvendo suas atividades em sala independente da presença do professor. Quando em dúvida, consultam uns aos outros, discutindo todo o tempo a atividade, reunindo-se por várias vezes em

grupos pequenos sobre a prancheta de algum colega em busca de um consenso sobre como desenvolver a tarefa, ou sanando dúvidas com quem já concluiu a atividade ou parte dela. Algumas vezes, quando a dificuldade é maior ou há diversidade nos resultados encontrados, a discussão parece envolver todos os alunos da turma.

Este procedimento de discussão em grupo da atividade e resolução de dúvidas com os colegas parece tão própria da prática desta aula que, mesmo quando o professor retorna à sala, os alunos continuam com a mesma prática e poucos se voltam para o professor buscando explicações.

Com base neste pequeno relato já podemos fazer algumas considerações sobre a sala de aula de Projeto do curso de Sistema Viário. Ela parece uma proposta teórico-prática, mesclando aula expositiva e aula prática, embora seja prática na maior parte do tempo, induzida pelo material utilizado em sala e pela organização de seu espaço: embora voltadas para o quadro como numa sala de aula tradicional, as pranchetas de trabalhos individuais, colocadas lado a lado, facilitam a comunicação. O professor conduz a atividade ministrando instruções iniciais e alguns dos procedimentos considerados necessários para sua realização. Deixa no entanto outros procedimentos para serem desenvolvidos e discutidos pelos próprios alunos, favorecendo o desenvolvimento de estratégias próprias ou a utilização de estratégias já desenvolvidas em disciplinas cursadas anteriormente. Os alunos parecem assumir posições de autênticos participantes da prática, já que, mesmo na presença do professor, consultam outros colegas ou a turma como um todo. Percebe-se que ambas vozes - professor e alunos - possuem legitimidade nesta prática, uma vez que o consenso é que delimita o que será considerado o procedimento correto.

Em uma das aulas observadas, o professor, no quadro, explicou o procedimento para traçar as curvas da estrada. Os alunos, em aulas anteriores já haviam traçado os pontos de tangência entre as retas, que são parte da estrada, e as curvas, também parte da estrada que será projetada. Porém, até o momento, os alunos apenas têm em suas plantas de curva de nível do terreno os pontos de tangência entre estas retas e estas curvas. Para traçar as curvas, deverão primeiramente traçar as retas, que são retas tangentes às curvas nos pontos de tangência.

O professor se refere a reta tangente assumindo que os alunos conhecem este conceito. Mesmo assim o recorda, como a seguir:

“Professor: Vocês sabem o que que é reta tangente, não é isso? Nós temos um círculo (desenha um círculo no quadro), ou não importa se é um círculo ou uma figura qualquer circular, certo? Uma figura qualquer curva. Pode ser um círculo, pode ser uma espiral, pode ser, qualquer figura curva, ela vai saber falar melhor pra gente o que é uma figura curva (olha para a pesquisadora, referindo-se a ela), pode ser uma elipse. Se você tem uma reta que toca esta figura (desenha uma reta tangenciando o círculo que desenhou no quadro) em apenas um ponto, apenas um ponto, nós dizemos que esta reta está tangenciando esta figura curva, né. E no caso de estradas, o que nós vamos fazer é pegar esta retas e concordá-las com uma figura curva, no caso aqui um círculo, ou um arco de círculo, (...)”.

Analisando esta fala do professor, percebemos que suas representações do conceito que está sendo investigado referem-se ao conceito de reta tangente ao círculo. Enfatiza a idéia de reta que toca o círculo em apenas um ponto. Procura estender este conceito para uma curva qualquer, que no entanto ele de certo modo torna específica quando a denomina 'circular'. Contextualiza o uso desta definição no traçado de estradas.

Pudemos identificar dois discursos frequentes na fala do professor durante suas explicações sobre os procedimentos para os traçados no projeto. Primeiro, o professor situa sempre estes procedimentos em relação às demais disciplinas do curso, de modo especial, à disciplina de campo Locação, que está sendo cursada simultaneamente. Segundo, o professor está sempre fazendo referência à realidade, como se realmente os alunos fosse projetistas em ambiente de trabalho. Por exemplo, quando começam a traçar a estrada, o professor a caracteriza como uma rodovia classe 1 e então segue todas as características e normas vigentes para este tipo de rodovia.

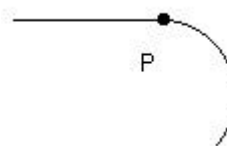
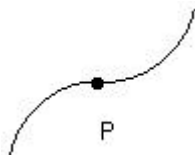
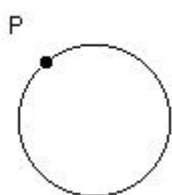
Deste relato de observações percebemos que a matemática aqui é utilizada como suporte: o objetivo da aula é desenvolver um projeto de estradas. O conteúdo matemático é abordado como um instrumento, uma ferramenta. Assim está caracterizada a intenção da matemática presente neste contexto.

⇒ O Questionário

Após observar as aulas desta disciplina em que o conceito investigado foi abordado, um questionário foi respondido por um grupo de 19 alunos que cursam a disciplina.

O questionário propunha as seguintes questões:

- 1) Diga o que é a reta tangente a uma curva.
- 2) Abaixo estão seis curvas. Em cada uma delas, está marcado um ponto P. Trace a reta tangente à curva que passa por P, se existir. Caso, na sua opinião, haja mais



de uma reta tangente, trace todas. Se você achar que existem infinitas, registre este fato e trace algumas delas.

Curva 1

Curva 2

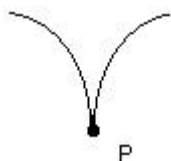
Curva 3

Curva 4

Curva 5

Curva 6

A análise global das respostas dos alunos à segunda questão do questionário categorizou as diferentes possibilidades para o traçado da tangente a cada curva.



⇒ A Entrevista:

Fixamos a entrevista no horário que teriam uma aula vaga, em frente à sala de aula desta turma. Dirigimo-nos para uma sala de reunião interna a uma sala dos professores, que estava reservada. Sentamo-nos em torno de uma mesa de oito lugares. Posicionei-me na cabeceira da mesa (que era elíptica), com três alunos em cada um dos lados opostos.

Deste encontro, selecionamos quatro momentos que consideramos significativos para nossa investigação.

Momento 1:

Pesquisadora: Bom, primeiramente eu queria que vocês comentassem um pouco pra mim esta primeira questão. O que que é reta tangente pra vocês? Né, vocês escreveram um definição, que é uma definição suas, e esse é o conceito de reta tangente pra vocês ou tem alguma coisa que vocês querem acrescentar?

(...)

Pesquisadora: E a sua Vitor?

Vitor: A minha são retas que prolongadas cruzam em um ponto.

Pesquisadora: Como?

Vitor: São retas prolongadas, eeee, que cruzam em um ponto, formando um ângulo que será utilizado para definir tipos de curvas que serão locadas em projeto.

Pesquisadora: Como assim, explica um pouco melhor. Quem não sabe como que loca em projetos ...

(risos e comentários)

Vitor: Ela vai cruzar em um ponto, eeee...., da, da reta, da, eee..., da circunferência. Logo eeee, quando você tá locando vai ter outra reta que cruzará, eee..., também com essa outra curva que eu, ah gente ajuda aí.

Aluna1: Oh, tipo assim. Eu creio assim, na parte da geometria assim, matemática mesmo, é só a que toca num ponto da curva, da circunferência e tudo. No caso de locação seriam é, tipo, é retas, é, tipo assim não tá no campo, é tipo imaginárias. Seriam os encaminhamentos que você faz, eles se cruzam e chamam-se tangentes também esses encaminhamentos que você faz devido a, na topografia, na locação a gente usa como tangente.

Aluna2: É aí você vai lá loca os pontos, faz os encaminhamentos aí eles se cruzam e são considerados tangente pra gente né, no caso do nosso curso.

Aluna3: O que eu aprendi deste termo na minha 7ª série é que toca num ponto da circunferência não é? Isso é o que eu aprendi lá desde a minha...

Vitor: Tangente é.

Pesquisadora: E é a mesma tangente da locação?

Aluna3: No caso das, da ...

Vitor: da locação

Aluna1: ...das curvas, no caso de quem seriam as tangentes ...

Alunos: ...externas

Daniel: ...tangente assim num modo diferente, seria a própria como eu falo reta né.

Aluna3: É seria retas né, retas que se cruzam

Daniel: na locação e no projeto ela é uma reta é por isso que se fala quando você tá saindo pela tangente, você tá entrando na curva, se você passa assim direto você tá saindo pela tangente.

Pesquisadora: O que é esse sair pela tangente? Você colocou isso na sua definição.

Daniel: É, eu pus assim, éeee quando se diz que está saindo pela tangente, quer dizer que você está saindo da curva. Vão supor se você rodar um barbante ele vai tá no sentido circular, se você solta ele, ele vai sair reto. Isso que eu acho que é um tangente pra mim. Física né, (...)

(...)

Pesquisadora: E essas retas são as mesmas. A reta tangente da locação, da matemática, e, no seu caso, do senso comum?

Daniel: Eu creio que sim.

Aluna: Eu também acho que sim, o que muda é o nome que em locação a gente usa com outro nome.

Neste primeiro momento, a pesquisadora dá início à entrevista pedindo aos alunos comentários sobre as definições apresentadas na primeira questão do questionário. O aluno Vitor explicita sua definição totalmente situada em sua prática na aula de Projeto de Sistema Viário. Em sua explicação, conta com a colaboração de mais duas colegas, alunas 1 e 2. Uma terceira aluna, aluna 3, interfere e explicita sua definição de reta tangente à circunferência como a que é apresentada em aulas de matemática do ensino fundamental, de modo semelhante ao já comentado pela aluna1. Mesmo assim, a aluna 3 se envolve na discussão da definição construída na aula de Projeto. Já o aluno Daniel, que começa engajado na discussão da definição como apresentada em Projeto, retoma a definição que apresentou em seu questionário. Esta se relaciona a movimento, como explicitado pelo próprio aluno, a partir de discussões em contexto de aula de física.

Em nossa análise, os alunos entrevistados identificam o conceito matemático em contextos escolares distintos e parecem sugerir que as definições de reta tangente em cada destes contextos não é a mesma. Porém, concordam que estão falando da mesma reta tangente quando são perguntados se estas três definições eram idênticas. Tal contradição nos sugere que os alunos não estão seguros sobre estar realmente trabalhando com o mesmo objeto matemático, nos três contextos mencionados - o das aulas de Matemática, de Sistema Viário e de Física.

A partir da fala dos alunos conjecturamos que não é o conceito em si que se diferencia, mas sim a intenção da matemática presente nos três contextos mencionados. Para o contexto da aula de Matemática, a intenção do estudo do conceito de reta tangente é realmente apropriar-se de uma idéia matemática; para o contexto da aula de Projetos é auxiliar na locação de estradas; e para o contexto da aula de Física é descrever um fenômeno físico.

Momento 2:

Neste momento, era discutido os procedimentos para traçarem as retas tangentes na segunda questão.

Pesquisadora: Como que foi que você traçou?

Carla: ...Eu pensei assim é uma reta que toca num ponto, então não pode cortar a figura, não é isso, ela tem que passar externa, então eu pensei foi isso.

Pesquisadora: E nas outras três que você não traçou? Por que que você não traçou?

Carla: Acho assim, que aqui não tinha cabimento de passar.

Pesquisadora: Por quê?

Carla: Ahhhh, aí eu não sei. (risos)

Daniel: Não, porque a tangente não pode cortar

Carla: é não pode cortar a figura, pode?

Daniel: Vão supor, se fosse aqui você podia traçar (aponta para uma curva que traçou reta tangente), mas aqui (aponta para uma curva que não traçou reta tangente) você vai estar cortando a figura ao meio.

Carla: É.

Neste segundo momento, uma aluna apresenta seu procedimento para traçar a reta tangente às curvas, sendo auxiliada por um colega. Seu procedimento baseia-se na definição de reta tangente a circunferência, e na idéia de que esta reta toca a figura em apenas um ponto. Como já discutido, esta é uma definição provavelmente construída a partir da prática em sala da aula de matemática do ensino fundamental, onde tradicionalmente se trabalha com a reta tangente a circunferência.

Tal resultado confirma o obtido em nossa pesquisa de Iniciação Científica e o obtido por Vinner (1991). Isto se deve a provável uniformidade do trabalho com

tangentes nas aulas de matemática na escola de ensino médio e fundamental. Em geral, o conceito é inicialmente trabalhado em curvas específicas, como a circunferência. Os alunos tendem então a generalizar tal definição para qualquer tipo de curva apresentada.

Percebemos então que as representações de tal conceito oriundas da prática de aula de matemática do ensino fundamental é de uma reta totalmente externa à curva, tocando-a somente em um ponto, e em nenhum outro mais no prolongamento de tal reta.

Ainda sobre a segunda questão do questionário, discutimos o momento 3.

Momento 3:

Pesquisadora: Fala Hilton, como é que você fez. Você traçou todas.

Hilton: Todos, mas porque eu achei que, neste ponto, em todos os casos podia ser feita a tangente porque eles estão próximos da, porque eles estão dentro de algum tipo de circunferência ou então se passando por várias retas por eles vai tocar num ponto, só vai tocar nele em todo o desenho. Aí foi isso que eu usei pra traçar.

Daniel: Você usou o ponto de tangência, né?

Pesquisadora: Na quarta e na quinta você colocou que tem infinitas.

Hilton: É eu coloquei que tem infinitas porque na quarta e na quinta eu podia fazer infinitos é, quase que infinitos círculos aqui sem encostar em mais nenhum ponto do desenho.

Pesquisadora: E as outras quatro?

Hilton: As outras quatro eu achei que poderia ser usando simplesmente que tem um círculo que, é apenas um ponto do círculo, então eu achei que podia fazer todas.

A idéia apresentada por este aluno para o traçado das tangentes envolve o procedimento de ajustar um arco de círculo à curva na proximidade do ponto de tangência, para em seguida traçá-la de maneira semelhante ao traçado de reta tangente a uma circunferência. Hilton é um aluno de concomitância interna; conjecturamos então que esta prática pode ter emergido de sua participação no contexto da aula de desenho técnico, disciplina do primeiro ano do ensino regular nesta escola.

Tal procedimento é coerente com a matemática que temos hoje desenvolvida; na verdade, tais noções serão discutidas mais tarde, no ciclo profissional do curso de Matemática. Mais que isto, chamou-nos atenção o fato desta idéia generalizar, de

modo natural, a definição e o procedimento prévio de determinação de tangentes aos círculos.

A intenção da matemática presente no contexto da aula de desenho técnico se difere um pouco da aula de matemática do ensino fundamental já mencionada. Mais que adquirir o conceito matemático, a intenção é saber fazer, no caso saber traçar a tangente, talvez por esta ser uma disciplina voltada para a prática e a matemática uma disciplina voltada para a teoria.

Momento 4:

Ao final da entrevista, a pesquisadora distribuiu novamente o mesmo questionário, porém enunciando a segunda questão de maneira a evocar o contexto de uma aula de física: “Considerem o ponto P uma partícula que descreve um movimento nas curvas abaixo. No momento em que a partícula está no ponto P, qual é a direção e o sentido do vetor velocidade?”.

Tal enunciado foi sugerido por uma professora de Física da escola pesquisada, em conversa anterior a esta entrevista.

Pesquisadora: Bom quem já terminou, pode começar você Hilton, você falou, você foi o primeiro a citar que seria, que o vetor velocidade seria a reta tangente. Isso?

Hilton: Isso.

Pesquisadora: Você encontrou exatamente os mesmos traçados que você tinha feito, da primeira vez?

Hilton: Não. Na primeira, na segunda, na terceira e na sexta são exatamente iguais. Agora na quarta e na quinta aconteceu o seguinte, pelo desenho não dá pra mim saber se o ponto tá no final da curva, ou se ele tá indo ou voltando. Então dessa forma eu não posso fazer tangente nenhuma porque eu não sei como que tá a disposição dele aqui no desenho. Talvez devido a escala que dá pouca precisão, porque o ponto tá muito grande.

Pesquisadora: Tá, o que que faltou pra você desenhar, você tava querendo saber se tava no final, se ele ia voltar.

Hilton: Se tava exatamente no final pra ele voltar, se tava quase chegando ou quase saindo.

(...)

Roberta: Eu, bom, eu continuo pensando forma como no outro desenho, entendeu?

Todos os, é, primeiro, segundo, terceiro e quinto eu consegui enxergar como tangente agora os outros.

Pesquisadora: Na quarta e na sexta você traçou o vetor velocidade.

Roberta: É mas, pra mim sai, eu tracei mas pra mim sai do conceito de tangente. Eu não consigo ainda enxergar como tangente.

(...)

Pesquisadora: E os vetores velocidades coincidiram com a reta tangente que você havia traçado anteriormente, no primeiro exercício?

Vitor: Só o quatro (a curva quatro) que eu não havia marcado que desse jeito eu consegui achar. Mesmo assim, eu não sei se tá certo.

Os três alunos citados concordam que a reta tangente e o vetor velocidade teriam o mesmo traçado, 'seriam a mesma coisa', porém não encontram resposta única, estando elas na dependência da formulação da questão. Para o primeiro aluno a dificuldade em não encontrar as mesmas resposta ocorreu nas curvas em que, respondendo à primeira formulação de nossa questão, traçou infinitas tangentes. Embora parecendo querer traçar apenas um vetor velocidade, fato que não o coloca em conflito, encontra nova dificuldade por não compreender o movimento da partícula nas curvas em questão (curvas 4 e 5). Já a segunda aluna traça o vetor velocidade em curvas onde não acreditava ser possível associar uma reta tangente no ponto P dado. Sem conflito, continua acreditando o vetor velocidade, nestes casos, não corresponde a retas tangente. E por fim o aluno Vitor, que traça as retas tangentes exatamente do mesmo modo em ambos os contextos que criamos, deixa a quarta curva deixada em branco. Isto se deveu não por pensar não existir a reta tangente, mas por não ter conseguido traçá-la, revela conseguiu-lo pelo segundo procedimento.

Os dois primeiros alunos confirmam nossa conjectura no momento 1, quando sugerimos que os alunos ainda não estão seguros para afirmar que estão ou não trabalhando com o mesmo objeto matemático, caso os contextos sejam diferentes. Neste momento, eles identificam reta tangente e vetor velocidade apenas em determinadas casos; para algumas outras curvas, especificamente as que encontraram dificuldade na primeira proposta de traçado, resolvem o conflito focando em aspectos que diferenciam as duas idéias.

Em sua imagem conceitual, apesar das dificuldades para o traçado, tais alunos revelam que por um ponto de uma determinada curva pode ser traçado uma tangente, várias, infinitas ou nenhuma. Já o vetor velocidade vai sempre existir e será apenas único. Ou seja, as representações do conceito pelos alunos são distintas em cada um dos contextos.

O terceiro aluno, a partir da noção de identificação entre reta tangente e direção do vetor velocidade, retoma a idéia de movimento e consegue resolver a questão que, geometricamente, lhe causava dificuldade.

Algumas Considerações

O fato dos alunos evocarem separadamente as representações do conceito produzidas em cada prática pode significar uma dificuldade dos alunos em relacionar aspectos de um mesmo conceito trabalhados em disciplinas distintas, e sinalizar para a necessidade de uma mediação para que isto aconteça. Isto sugere que os professores devem atuar no sentido de explicitar estas relações. A discussão acima sugere que um conceito e, mais ainda, a definição conceitual de um conceito, se diferencia quando trabalhado em contextos distintos. Na verdade, é um consenso na Educação que isto não deveria acontecer, pois acredita-se que há maior aprendizagem em um trabalho interdisciplinar onde diferentes disciplinas trabalham um mesmo conceito fazendo relação aos aspectos produzidos em cada contexto.

No entanto, no contexto atual das escolas de ensino técnico, com a iniciada reforma do ensino profissional no país através da nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional estabelecida a partir de 1996 e os decretos que a seguem, um dos pontos principais da reforma é a separação da Educação Profissional do ensino regular. É relevante neste estudo observar qual será a influência desta separação na aprendizagem escolar, focando num determinado conceito, ou seja, observar como este distanciamento entre as disciplinas que agora se encontram separadas pela nova estrutura está influenciando na relação do conhecimento produzido em cada uma delas. Acreditamos que tal distanciamento, já existente antes da reforma, tende a se intensificar e deve ser ainda maior que o das disciplinas do ensino regular entre si, como matemática, desenho técnico e física, ou entre as disciplinas do técnico entre si.

Esta configuração atual contradiz a escola idealizada por Marx e Gramsci, onde o jovem receberia formação geral e politécnica, que lutaram por esta formação

integrada, garantindo ao jovem tanto continuar seus estudos quanto ter uma formação profissional.

Estima-se que a desvinculação entre o ensino regular e o profissional possibilitará uma flexibilização e ampliação das oportunidades de educação profissional no nível do ensino médio. Nas instituições, propiciará melhores condições para uma permanente revisão dos currículos, visto que hoje a vida profissional está sujeita a alterações muito rápidas e contínuas.

Já o ensino médio regular é propagandeado pelo slogan de que 'agora o nosso novo ensino médio é para a vida'. Kuenzer(2000) questiona tal afirmação no aspecto que também estamos a questionar neste trabalho: se agora, só agora, o ensino médio é para vida, o modelo antigo que articulava educação geral e técnica era então uma educação para uma 'não vida'?

Como bem a autora coloca, o Brasil está longe de ter condições financeiras que sustentem este novo modelo proposto, que exige grandes investimentos para fornecer amplamente cursos profissionais e técnicos. Então, "longe de implementar ações que minimizem a desigualdade social, as ações empresariais e governamentais brasileiras destinam-se a garantir "a inclusão dos incluídos"; para os demais a velha escola, agora chamada de única e "para a vida"..., sofrida, precarizada, "não vida" na ausência dos direitos!"(Kuenzer, 2000).

Esperamos ter iniciado aqui uma discussão importante não só para a conclusão da nossa pesquisa como também para as transformações que vêm ocorrendo na escola de ensino médio e fundamental.

Bibliografia

ADLER, J.. Lights and Limits: Recontextualising Lave and Wenger to theorise Knowledge of teaching and of learning school mathematics. In: WATSON, A. (Ed). **Situated Cognition and the Learning of Mathematics**. Oxford: Centre for Mathematics Education Research, University of Oxford Department of Educational Studies, 1998. Chapter 11, p. 161-177.

ERNEST, P.. Mathematical Knowledge and Context. In: WATSON, A. (Ed). **Situated Cognition and the Learning of Mathematics**. Oxford: Centre for Mathematics Education Research, University of Oxford Department of Educational Studies, 1998. Chapter 1, p. 13 - 31.

GEARHART, M.et al. A Interação de Crianças e o Desenvolvimento das Compreensões Lógico-Matemáticas: uma nova estrutura para a pesquisa e a prática educacional. In: DANIELS, H. (org.). **Yygotsky em foco**: pressupostos e desdobramentos. Campinas,SP: Papirus, 1994. p. 169 – 218.

KUENZER, A. Z.. O Ensino Médio agora é para a vida: Entre o pretendido, o dito e o feito. **Educação & Sociedade**, Campinas, n.70, [s.p.], abr., 2000.

LAVE, J. Teaching, as Learning, in Praticce. **Mind, Culture, and Activity**, volume 3, Nº3, p. 149-160, 1996.

PIRES, R.P.. **Políticas públicas e educação profissional em Minas Gerais**. Belo Horizonte, MG, 2002. Tese (Mestrado em Educação). Faculdade de Educação, UFMG.

SOARES, R.D.. Escola Nova versus Escola Unitária: contribuições para o debate. **Educação & Sociedade**, Campinas, n. 54, p. 141-160, 1996.

TALL, D.. Understanding the Calculus. **Mathematics Teaching**. [s.l.] , n.110, p.49-53, 1985.

TALL,D.. From School to University: the effects of learning styles in the transition from elementary to advanced mathematical thinking. In THOMAS, M. O. J. (Ed.) **Proceedings of The Seventh Annual Australasian BridgingNetwork Mathematics Conference**. University of Auckland, p. 9-26, 1997.

TALL, D., VINNER, S.. Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. **Educational Studies in Mathematics**. [s.l.], n.12, p.151-169, 1981.

VINNER, S.. The role of definitions in teaching and learning mathematics. In: TALL, D. (Ed.). **Advanced Mathematical Thinking**. Dordrecht: Kluwer, 1991. Cap.5, p. 65 - 81).

VYGOTSKY, L. S.. **A formação social da mente**. 4 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S.. **Pensamento e Linguagem**. São Paulo, Martins Fontes, 1993.

WATSON, A.. Why Situated Cognition is na Issue for Mathematics Education. In: WATSON, A. (Ed). **Situated Cognition and the Learning of Mathematics**. Oxford: Centre for Mathematics Education Research, University of Oxford Department of Educational Studies, 1998. Introduction , p. 1 - 9.

WATSON, A.(Ed). **Situated Cognition and the Learning of Mathematics**. Oxford: Centre for Mathematics Education Research, University of Oxford Department of Educational Studies, 1998. 177p.

WERTSCH,J.V.. **Vygotsky y La formacion social de la mente**. Ediciones Paidós. Barcelona,1998.

EDUCAÇÃO PROFISSIONAL: Legislação Básica. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica, Unidade de Coordenação de Programas, Programa da Expansão da Educação Profissional, 2001. 188p.

Referências:

Pinto, M.M.F.. **Students' understanding of Real Analysis**. Unpublished Ph. D. Thesis. University of Warwick, 1998.

0502CC O ENSINO DOS NÚMEROS RELATIVOS NO TURNO NOTURNO EM ESCOLAS PÚBLICAS: A QUESTÃO DO SENTIDO E DO SIGNIFICADO

Conceição Clarete Xavier¹

RESUMO

Tomando como eixo as contribuições da Psicologia Sócio- Histórica e de pesquisas do campo da sociologia, buscamos articular nessa pesquisa, aspectos sociais e culturais presentes na prática social dos alunos das escolas públicas, enquanto um segmento da Classe Trabalhadora, aos aspectos psico- cognitivos presentes em seus processos de aprendizagem.

Tomamos como referência prática o desenvolvimento em classe, do conteúdo Números Relativos; Acreditamos, que devido à sua condição existencial, essa clientela apresenta especificidades em seus processos de aprendizagem, os quais encontram-se inseridos e que estes devem ser levados em consideração durante o aprendizado dos conteúdos matemáticos, principalmente considerando-se a questão do sentido, enquanto ligado à subjetividade e do significado, enquanto construído coletivamente. Aqui a questão dos signos ganha especial relevância devido a sua íntima ligação com o sentido e o significado de uma palavra.

¹ Professora da Faculdade de Educação da UFMG. Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Educação da UNICAMP

1. Aspectos Introdutórios

Esse trabalho é parte das investigações que estão em andamento em minha pesquisa de doutorado. Temos como hipótese central investigar a possibilidade de articulações entre categorias da ordem do social articuladas ao aspecto da constituição dos aspectos psico-cognitivos nos processos de ensino –aprendizagem da matemática.

Buscamos ancoragem epistemológica no campo da sociologia em categorias presentes nas obras do estudioso português João Bernardo e do pesquisador brasileiro Oder José dos Santos; E, para uma abordagem dos aspectos psíquicos - cognitivos, tomamos o referencial da Psicologia Sócio- Histórica, especialmente na elaboração vygotskiana referente ao sentido e significado assim como também acreditamos que aí estão envolvidas categorias relativas à internalização das aprendizagens, a Zona de Desenvolvimento Proximal, e a função do signo na constituição do psiquismo, as quais, acreditamos são fundamentais no processo de aquisição do conhecimento.(SALVADOR, 1997).

Consideramos importância, pesquisarmos aspectos referentes ao funcionamento cognitivo da clientela em questão, os quais acreditamos, estejam ligados a sua condição existencial, uma vez que esta possui especificidades relativas à sua prática social de aluno pertencente à Classe Trabalhadora que frequenta a escola pública noturna, no atual momento sócio - histórico.

Tomamos como justificativa para tal afirmativa, os resultados já demonstrados em pesquisas anteriores,

(SANTOS, 1992; XAVIER,1992) ; Buscamos também, no campo teórico, uma justificação na ***Lei fundamental do desenvolvimento formulada por VYGOTSKY (1988:114), ou seja:***

Todas as funções psicointelectuais superiores aparecem duas vezes no decurso do desenvolvimento da criança: a primeira vez, nas atividades coletivas, nas atividades sociais, ou seja, como funções interpósíquicas; a Segunda nas atividades individuais, como propriedades internas do pensamento da criança, ou seja, como funções interpósíquicas.

Portanto, se as funções psicointelectuais possuem gênese nas atividades coletivas, e, portanto, se estas se articulam à prática social do sujeito, e ainda, se o grupo

que frequenta a escola pública, enquanto Classe Trabalhadora, possui determinada condição existencial, consideramos tal condição determinante de um campo de possibilidades e especificidades do processo de aprendizagem desses sujeitos, uma vez que esse encontra-se ligado a fatores tais como a memória e a percepção. GOMES e FILHO(1997:46), observam que o aprendizado não se dá através de explicações artificiais, por memorização compulsiva e repetitiva, mas, que o aluno precisa é

adquirir novos conceitos e palavras para atribuir sentido e significado ao que aprende. E um conceito não é apenas a soma de certas ligações associativas formadas pela memória, assim como não é, também apenas um hábito mental; é um complexo e genuíno ato do pensamento, um ato de generalização que envolve a atenção deliberada, a lógica abstrata e capacidade de comparar e diferenciar

A *Lei Fundamental do Desenvolvimento*, originou a discussão de diferentes aspectos, assim como diversas abordagens em pesquisas; Segundo CARVALHO (1995:33):

A internalização das formas culturais de comportamento – das atividades socialmente enraizadas e historicamente desenvolvidas- envolve a reconstrução da atividade psicológica tendo como base as operações com signos.

Sobre a importância dos signos nos processos de aprendizagem, na conferência *O ACESSO AO CONHECIMENTO EM CONTEXTO ESCOLAR: PERSPECTIVA HISTÓRICO- CULTURAL*, realizada em março/ 1998, o Prof. ANGEL PINO afirma que segundo a perspectiva Histórico- cultural, o conhecimento humano emerge na atividade dos homens cuja especificidade é ser instrumental, o que significa, fundamentalmente duas coisas:

- 1- a atividade humana é sempre mediada por instrumentos inventados pelo próprio homem em função dos objetivos das ações;
- 2- Que nesse processo, tanto os instrumentos quanto o produto da atividade são socializáveis;

Segundo Vygotsky(1994), os instrumentos são técnicos, quando fabricados para agir sobre a matéria, e semióticos, que poderiam ser definidos como sistemas de

signos inventados para agir sobre as pessoas e sobre si mesmos. Apesar das diferentes naturezas, ambos os tipos de instrumentos possuem duas coisas em comum: servir de mediadores nas relações dos homens com o mundo e entre si e conferir à atividade o poder de transformar a realidade

Tudo isso estaria estritamente ligado à função de conhecer porque:

- 1- A instrumentalidade técnica pressupõe que o sujeito da atividade antecipa o resultado de sua ação ao criar o artefato adequado para realizá-la, ou seja, tem uma idéia preliminar tanto da natureza do objeto quanto da dos efeitos de sua ação em atividade, o que é verificável no produto da atividade enquanto materialização da mesma. Assim, a atividade instrumental estabelece uma relação dialética entre sujeito e objeto da atividade, o que dá origem a uma progressiva transformação de um e de outro.
- 2- Se o produto da ação humana instrumental é a materialização da idéia que preside a ação, isso quer dizer que nela, existe um valor agregado, da ordem da significação dessa ação ou seja de ordem semiótica.

Ainda segundo PINO (1998), existiria outro tipo de atividade instrumental:

cujo objeto não é a realidade material mas as idéias: seja as idéias a respeito dessa realidade, como no caso das ciências da natureza, seja as idéias das idéias, como no caso das ciências dos saberes puramente especulativos(filosofia, lógica, matemática etc.).

Aqui também o sujeito agindo sobre as idéias, objeto da atividade, as transforma num produto que implica um novo valor agregado de natureza exclusivamente semiótica.

Podemos, portanto, concluir que o conhecer, mesmo se de natureza instrumental, é uma atividade semiótica, que resulta de uma relação dialética e dinâmica entre o sujeito do conhecimento e o objeto da atividade, num processo de transformação do objeto da atividade em seu produto.

Acreditamos que no desenvolvimento do conteúdo relativos à prática de ensino dos NÚMEROS RELATIVOS, tais aspectos encontram-se presentes e que um aprofundamento nessas reflexões podem ser fonte de avanços no ensino desse conteúdo.

Como metodologia de investigação adotamos a pesquisa participante, quando durante seis meses estagiamos numa turma de sexta série noturna, numa escola estadual, na região noroeste de Belo Horizonte e propusemos à professora algumas alterações nas relações sociais em classe, durante o desenrolar de algumas atividades pedagógicas. Tais alterações diziam respeito ao estabelecimento junto aos alunos de relações horizontais, solidárias e coletivas no processo de produção do conhecimento; Assim, a pesquisadora, a professora e os alunos nos tornaríamos “Produtores Associados” (SANTOS, 1992), na construção do conhecimento.

Tomaremos como eixo a prática social dos sujeitos que se inserem, dentro do atual estágio de avanço do Capitalismo, enquanto trabalhadores, e vivem o processo da exploração, incluindo- nos assim como aos alunos, professores e demais trabalhadores da educação.

Todos são considerados enquanto **Produtores Associados** na elaboração conhecimento. Este “corte” delimitador dos sujeitos é determinado pela sua interação com o mundo da produção da vida, com conseqüências em sua forma de perceber o real, senti-lo, organiza-lo e, portanto, constituindo-se em um campo de determinação sobre sua lógica de assimilar e produzir conhecimento, inclusive o matemático, conforme demonstrei em minha dissertação de mestrado(Xavier, 1992).SANTOS,(1992: 158), afirma à respeito de propostas pedagógicas baseadas em tal referência que :

*Nesse sentido esta pedagogia terá como referência básica não a sala de aula composta da soma de alunos e professores isolados entre sí e requerido pelo individualismo das relações capitalistas, mas uma sala de aula integrada, onde haja interação de todos, onde se tecem teias de solidariedade entre todos aqueles que dela participam. As relações hierárquicas e diretas dos alunos e o seu professor, inspiradas na tecnologia capitalista, favorecem o individualismo, a concorrência e impedem a relação direta dos alunos entre sí. **Dessa forma, individualiza-se o processo pedagógico e transformam-se os seus problemas em questões psicológicas.** Ora, as práticas coletivas definem-se não por conter maior ou menor número de alunos, mas fundamentalmente, pela rede de relações que se estabelecem para formação de um organismo único.*

1- A clientela da escola pública e a emergência de uma nova pedagogia articulada a sua prática social.

É consenso entre os educadores, a mudança do perfil da clientela que frequenta a escola pública noturna, especialmente no ensino fundamental nos últimos anos. Esse grupo, constituído essencialmente de trabalhadores e/ou de seus filhos, diante do advento das novas tecnologias e das transformações que ocorrem no mundo do trabalho, indiscutivelmente apresenta uma nova face.

Com o avanço do processo de reestruturação capitalista, da globalização e com a emergência das novas relações sociais daí decorrentes, nos defrontamos, no atual momento econômico, não apenas com empresas multinacionais, que estendiam seu domínio para além das fronteiras de determinado país, e lá instalavam suas filiais em busca de maior produtividade e do lucro, hoje nos defrontamos com as empresas transnacionais, pois elas não apenas atravessam fronteiras, mas passam por cima das mesmas, assim, a fabricação de um produto pode se dar no âmbito de vários países, conforme a operacionalização da produção na garantia de maiores lucros. BERNARDO (2000:39) afirma que:

a partir da década de 1960, ocorreu profunda transformação na divisão mundial do trabalho, que deixou de se realizar exclusivamente mediante a articulação de quadros nacionais e passou, nos seus aspectos mais importantes, a operar-se no âmbito das grandes companhias transnacionais. A globalização do capital alcançou um estágio superior e converteu-se em transnacionalização. Mais do que a junção de fronteiras, trata-se da passagem por cima das fronteiras. Por isso a terminologia de “companhias multinacionais”, comumente usada, deve ser substituída por “companhias transnacionais”, que nos indica a especificidade deste tipo de empresas. Elas não juntam nações- passam por cima

- E quais seriam as conseqüências desse movimento junto ao trabalhador, ou mais amplamente, a Classe Trabalhadora?

Temos hoje uma Classe Trabalhadora fragmentada e, ao mesmo tempo, e contraditoriamente, globalmente explorada. Dentro do novo cenário de avanço do capitalismo, a cada dia mais aumenta o número daqueles que não possuem

garantias contratuais de trabalho, obrigados a se submeterem a contratos de terceirização ou ao mercado informal. Esta nova condição invade o universo daqueles que desesperadamente buscam ocupações e lutam contra o desemprego.

Questões relativas ao gênero e a etnias ganham maior relevância, tendo em vista a transnacionalização, quando buscamos compreender a Classe Trabalhadora; Assim, segundo ANTUNES (2000), podemos entender como classe trabalhadora, aquela que sobrevive do trabalho, ou seja além daqueles contratualmente admitidos no mundo do trabalho, incluímos os terceirizados, os trabalhadores informais, e os desempregados, que são exército de reserva funcionais ao sistema.

A miséria e a praga do desemprego, se alastram especialmente entre os jovens de 18 a 24 anos, estudos econômicos de diferentes correntes, chegam a um consenso de que a economia desaquecida e a reorganização da produção mundial são os “vilões” desse quadro desesperador,(Folha de São Paulo,27/07/2003).

Como se comporta o jovem que ainda frequenta a escola em busca de algum instrumento que possa auxiliá-lo na luta para sobreviver nesse cenário tão desalentador e difícil?

O que a escola pode oferecer a esse jovem diante desse quadro? Como a aula de matemática inserida no contexto escolar, pode dar sua contribuição às lutas desse sofrido segmento populacional ?

Diante da injusta exclusão social, econômica e intelectual, constatamos que a juventude não apenas se sucumbe, mas se posiciona, apresenta novas formas de estar no mundo. Os jovens podem até abandonar a escola por não verem aí um sentido, um lugar em que possam buscar ferramentas para o enfrentamento de sua vida, mas, fora da escola, eles também estão construindo conhecimento, criando cultura, e não apenas a consumindo.

Diversos autores vêm demonstrando o universo de criação da juventude: um exemplo é o movimento HIP HOP, conforme apresentam DAYRELL(2002) e MAGRO(2002), seja através das rádios piratas, dos bailes e eventos nos bairros, dos passeios ciclísticos ou de skates em áreas urbanas, e dos grafites, conforme afirmou SPÓSITO (1999) .

Torna – se necessário, que enquanto educadores, abramos os olhos e ouvidos para atentarmos- nos para a pedagogia proposta de forma implícita pelos adolescentes e jovens nesses processos de produção de cultura. MAGRO(2002),

pesquisou a produção do conhecimento entre grupos de jovens do movimento HIP HOP em São Paulo, e detectou lá o surgimento de uma nova pedagogia. Segundo a autora:

Pode-se considerar as Posses do movimento HIP HOP como organizações caracterizadas pelo comprometimento com a educação não – formal, pois têm explicitamente o objetivo de reunir adolescentes da periferia para uma ação coletiva voltada para uma conscientização política e de exercício da cidadania, para aprendizagem de conteúdos que não são abordados com profundidade na escola formal (como, por exemplo, o da questão racial e origem étnica do povo brasileiro) e para a produção artística e cultural(MAGRO, 2002:70).

A autora ainda destaca, nos processos de ensino presentes nas Posses, a criação de métodos de ensino que se fundamentam numa metodologia voltada para as construções de conhecimento no coletivo, respeitando –se o tempo de aprendizagem dos membros do grupo.

LIMA (1997) no estudo *Desenvolvimento e aprendizagem na escola: Aspectos culturais, neurológicos e psicológicos*, destaca, à luz dos atuais estudos das neurociências o desenvolvimento da memória no ser humano, onde a memória de longa duração se desenvolve ao longo do tempo e necessita ser todo o tempo estimulada através de formações conceituais que abriguem um sentido e um significado para o aluno. Esse processo demanda tempo de fixação, o qual, por sua vez, exige a articulação de sentidos e significados presentes nas aprendizagens.

Diferentemente da escola, onde a busca de aprendizagens é determinada pela sua concretização no tempo, e até mesmo pressionada diante da quantidade de conteúdos exigida para o cumprimento das unidades, nas posses do movimento HIP HOP, o tempo de fixação é respeitado e os conteúdos buscam articular-se a aspectos de significação.

Nas posses, o conhecimento é gerado por meio das vivências dos seus integrantes, e são as experiências destes em trabalho coletivo que geram o aprendizado. Por essa razão o tempo de aprendizagem não é previamente fixado e se respeita as diferenças existentes para a reelaboração dos conteúdos. Esse aprendizado acontece no âmbito da comunicação oral e é carregado de representações e

tradições culturais, bem como de emoções, pensamentos e desejos. As posses, portanto, são espaços para a criação e recriação do grupo para exercício pleno da cidadania. (MAGRO, 2002:70).

DAYRELL(2002:129), em sua tese de doutorado *A música entra em cena: o rap e o funk na socialização da juventude de Belo Horizonte*, mostra-nos que nos processos criativos em que se envolvem os grupos musicais em questão, eles vão tomando consciência de si como pobres e como negros, elementos integrantes da identidade de cada um; eles não exaltam a pobreza, mas reivindicam como pobres, a sua condição de humanos, com valores e visão de mundo próprias. E, desse lugar, denunciam as privações que teimam em desumanizá-los.

Uma tentativa de se fazer matemática á partir de uma outra perspectiva social

Na sistemática vygotskyana, o ato de aprender está ligado à aquisição de novos conceitos, o que o ser humano faz atribuindo sentido e significado ao conteúdo, num processo que envolve o pensamento e as funções ligadas a categorias como generalização, abstração e a capacidade de fazer analogias e diferenciações.

Nos processos acima nomeados produção cultural, os jovens nos apresentam uma nova pedagogia, uma nova forma de perceber os processos de aprendizagem, dentro de um outro campo lógico, que deveria ser investigado pelos educadores realmente interessados em desenvolver junto a essa clientela um aprendizado significativo. Segundo SILVA(2002:14):

Conhecer significativamente implica apropriar-se da abstração logicamente proposta (uma equação, um conceito, uma informação, uma imagem, um fenômeno etc.) e compreendê-la correspondendo tal apropriação/ compreensão a elementos da vivência cotidiana do aluno. Em alguns casos, o contato físico com o objeto em estudo possibilita o significado; em outros, a imaginação – possibilitada pelo exemplo em forma de história, conto ou simplesmente imagem - alcança o território da fantasia e da significação humanas.

Ora, ao buscar seu aprendizado à partir de elementos presentes na sua cultura esses jovens nos ensinam uma pedagogia, busquemos aplicá-la numa seqüência de

atividades sobre os números relativos numa Escola Estadual , no turno noturno, na sexta série:

Durante as três primeiras semanas em que convivemos com a turma procuramos observar o modo como os alunos se apresentavam em classe, seus hábitos, sua linguagem, o modo como se relacionavam entre si, com a professora; buscamos cuidadosamente nos aproximarmos e iniciar um diálogo, tanto com os alunos tanto com a professora. Nesse tempo a professora introduziu através de aulas expositivas, o conteúdo Números Relativos, ela utilizava-se de saldos bancários, de temperaturas para fazer com que os alunos assimilassem o conceito.

Entretanto, como era de se esperar, esse conteúdo oferecia muitas dificuldades aos alunos. Para ilustrar apresento o depoimento de MEGID(20

Percebi, por parte da professora, uma grande abertura para o diálogo e disponibilidade de estabelecer parcerias; quanto aos alunos, se mostraram inicialmente desconfiados, para depois irem se abrindo, com a alegria e a descontração inerentes à juventude (a faixa etária variava de 14 a 26 anos).Assim como DAYRELL, também percebi presente no “discurso” desses jovens a angústia de juventude desprovida de condições minimamente humanas de sobreviver num momento histórico extremamente marcado pelo aspecto perverso da exclusão.

Aos poucos fomos “ montando o cenário” das atividades, quando começamos a constatar as dificuldades de aprendizagem presentes, e discuti-las com a professora. Assim, propusemos uma primeira atividade:

Atividade I

O balanço de perdas e ganhos

Propusemos a atividade inicial, apresentada abaixo, onde estavam presentes as seguintes “intenções pedagógicas” captadas de nossas vivências com a turma:

- I) – O cabeçalho, elemento de importante informações para nós, segundo os alunos, seria um “treinamento para preencher fichas” na hora de procurar emprego, conforme já nos haviam explicado.
- II) - As letras maiores e em negrito, presentes na impressão da atividade atendiam a uma demanda de facilitar a leitura já que à noite a iluminação não é boa e segundo os alunos suas vistas estão “cansadas”. Percebemos que muda-se a disposição do aluno para ler um texto quando ele possui letras maiores e em negrito, ao contrário dos cansativos textos das últimas aulas em letras pequenas e pouco nítidas.

III)- Abrimos a atividade com um samba que fala em perdas e ganhos porque conforme pesquisadores vêm observando, (DAYRELL 2002) o trabalho com música, especialmente, o rap, o pagode e o samba, são verdadeiros catalisadores de significação cultural dos conceitos no aprendizado entre os jovens.

Assim, pedimos que fizessem um balanço de perdas e ganhos de suas vidas tendo em vista a busca de sentido, enquanto construção da subjetividade, para os conceitos referentes a ganhos e perdas nos números relativos. Acredito importante destacar o quanto a introdução, compreensão e assimilação dos conceitos referentes aos números relativos trazem dificuldades aos alunos; esta não é uma dificuldade localizada, os processos históricos comprovam a nossa argumentação.

Segundo GLAESER (1981):

A introdução dos números relativos foi um processo surpreendentemente lento. Durou mais de 1500 anos, da época de Diofanes aos nossos dias !Durante todo esse tempo, os matemáticos trabalharam com números relativos, tendo deles apenas uma compreensão parcial, com espantosas lacunas.

Ora, é diante das dificuldades anteriormente apresentadas por diversas turmas com que trabalhamos anteriormente, e pelas críticas que temos formulado à forma como os livros didáticos introduzem essas noções, (através de saldos positivos / negativos em bancos, o que pressupõe que o aluno possui uma conta bancária e um cheque especial, prática nem sempre existente entre as classes populares) resolvemos tomar um caminho diverso para se iniciar o trabalho.

NOME:

ENDEREÇO

VOCÊ MORA COM QUEM?

OCUPAÇÃO/ TRABALHO

IDADE

JÁ REPETIU ALGUMA SÉRIE? QUAL?

NO BALANÇO DE PERDAS E GANHOS.....

JÁ TIVEMOS TEMPO PR'A CHORAR

ACHO QUE CHEGOU A HORA DE FAZER VALER

O DITO POPULAR.....

NADA DE MORRER NA PRAIA.....

1- AS PERDAS.....

2- OS GANHOS.....

Os alunos fizeram a tarefa individualmente e depois fizemos uma roda de discussão. Elaboramos uma síntese da discussão na lousa e concluímos que se fossemos quantificar, as perdas seriam maiores que os ganhos, o saldo final segundo os alunos seria negativo.

A lista de ganhos incluiu: emprego, família, sobrinhos recém- nascidos, filhos, presentes diversos que representavam valores para essa clientela, tais como roupas, calçados, vídeo game.

A lista de perdas foi bem maior, alguns alunos elaboraram um texto, por iniciativa própria, o que nos alegrou tendo –se em vista a pouca disposição até então apresentada para a elaboração escrita.

Dentre as perdas citaram: empregos, entes queridos que faleceram, anos escolares por abandono/ reprovação, namorados, condição física da virgindade, relacionamentos amorosos e dos pais que se separaram. Foram ainda discutidas perdas de poder aquisitivo, devida a perda do trabalho, tais como condições de moradia, saúde e alimentação.

Para a Classe Trabalhadora, espoliada no atual momento por perdas de grande peso tais como postos de trabalho, condições de empregabilidade, de moradia, saúde, educação, é muito doloroso falar em perdas, o sentido das perdas para essa clientela precisa ser trabalhado pelo educador com muito cuidado, sob o risco de se erguerem verdadeiros obstáculos emocionais à aprendizagem.

Uma aluna afirmou durante a sistematização do número negativo enquanto perda:

- Perder como? Se já não temos nada!

Outra aluna afirmou relativamente a divisão:

- Dividir é bom, quando se tem o que dividir!

Buscamos representar numericamente as perdas, os alunos chegaram a conclusão que elas eram da ordem de *cem negativo*

Aqui, acreditamos que se apresenta de forma clara a relação entre os signos e sua inserção psíquica e ideológica, ou seja, o conhecimento, só adquire forma e existência através dos signos, e estes são criados dentro de um determinado grupo social.

O signo ideológico é o território comum, tanto do psiquismo quanto da ideologia: é o território concreto sociológico e significativo.

O indivíduo enquanto detentor dos conteúdos de sua consciência, enquanto autor de seus pensamentos, enquanto personalidade responsável por seus pensamentos e desejos, apresenta-se como fenômeno puramente sócio-ideológico. Esta é a razão porque o conteúdo do psiquismo individual é por natureza, tão social quanto a ideologia e, por sua vez, a própria etapa em que o indivíduo se conscientiza de sua individualidade e dos direitos que lhe pertencem é ideológica, histórica e internamente condicionada por fatores sociológicos. Todo signo é social por natureza, tanto o exterior quanto o interior. (BAKTHIN,1988: 57-58).

Numa segunda atividade, tomando como referência o trabalho de LÓPEZ E POWEL(1995), A escrita como veículo de aprendizagem da matemática; um estudo de caso, onde os autores, tendo como finalidade alcançar maior eficácia no aprendizado da matemática, propõem aos alunos que escrevam seus sentimentos e impressões a respeito dos conceitos matemáticos e das aulas, selecionamos palavras que foram surgindo durante nossas discussões e propusemos:

Tarefa sobre números Relativos

Leia as palavras abaixo e monte uma poesia ou uma história utilizando-as, você poderá também fazer uma sequência de quadros de uma história em quadrinhos ou ainda, um desenho. Se quiser poderá também acrescentar outras palavras. Esse trabalho pode ser feito em duplas ou trios.

SOMA	PERDA	POSITIVO	PEDIDO	9 REAIS	NEGATIVO
SUBTRAÇÃO	CRÉDITO	DESPESA	AMOR	12 BEIJOS	-14
CASA	INGRATIDÃO	RAIVA	DÉBITO	VIVER	BANCO
					CASAR

FRIO	24GRAUS	CALOR	18	POSITIVO	+20	-2	DÍVIDA
3GRAUS	NEVE	CORAÇÃO	+7	-5	1000REAIS		-2000REAIS
-5GRAUS	BAHIA	ITÁLIA	AGASALHO				

Surgiram histórias e desenhos muito interessantes, que além de demonstrarem o aspecto cultural da clientela em questão, também já anunciavam uma construção matemática do conceito de números negativos/ positivos e até um início de operacionalização.

Apresento história criada por um aluno, onde podemos entrecruzar aspectos da aprendizagem em processo dos conceitos ligados aos Números Relativos, expressos através de uma significação social e cultural, do jovem que no atual momento está angustiado e em busca de perspectivas, segundo VYGOTSKY(1981):

A função mental da palavra só pode ser explicada por um sistema que vai além do indivíduo. A primeira função da palavra é a função social e, se quisermos traçar como ela funciona no comportamento do indivíduo, devemos considerar como ela é usada e funciona no comportamento social.

Vamos a estória :

Estou querendo me casar com a Sônia, como não tem trabalho aqui no Brasil, já falei com minha mãe que queremos morar na Itália, pois não gosto dos Estados Unidos e não quero ir para lá. Na Itália faz muito frio, lá faz -14 graus, teri que comprar agasalhos, é diferente de Salvador na Bahia, onde o calor é grande e faz mais de 30 graus.

Vou pedir dinheiro emprestado para minha mãe, pois só tenho 1500 reais e preciso de pelo menos 3700 reais para viajar.

Mãe não fica com raiva, não vou te abandonar, sempre mandarei notícias, e vou te pagar!

López e Powel (1995), no artigo anteriormente citado, apresentam duas finalidades desenvolvidas pelos educadores matemáticos para as conexões entre a escrita e a matemática, particularmente, para a escrita como suporte da aprendizagem da matemática. Eles distinguem duas abordagens: Na primeira, o uso dessa estratégia como aferição, seria um produto da aprendizagem, como meio de demonstração

dos conhecimentos adquiridos; Na segunda categoria, a escrita aparece como meio de conhecimento enquanto processo – produto,

onde a escrita é utilizada primeiro para focalizar os educandos e só depois , e por estes, como meio de reflexão sobre a matemática. Resulta então que as atividades escritas , nas abordagens desta categoria, , tendem a consistir de duas fases ou estágios de redação. Estes estágios proporcionam aos educandos oportunidades para construir significados e para gerarem conhecimentos.

Situamos o nossa abordagem na segunda categoria, além de acrescentarmos que a utilização da escrita no nosso contexto ainda exercia uma função interdisciplinar, ou seja como auxiliar na busca de elementos constituintes da situação existencial / cultural de nossa clientela, conforme nomeamos acima.

Constituindo-se os “Produtores Associados”.

Á partir da última atividade, já não conseguíamos mais separar os momentos relativos às nossas atuações em classe, ou seja não mais distinguíamos aqueles momentos em que eu coordenava daqueles que a professora dirigia; Eu participava igualmente das aulas expositivas, das discussões, da correção dos exercícios assim como a professora envolvia-se e participava das dinâmicas. Discutíamos o planejamento das atividades, propúnhamos mudanças após ouvir os alunos, avaliávamos os pontos positivos e negativos das práticas, às vezes acompanhadas pelos alunos, era a vivência do coletivo...com muita solidariedade...Ensaiávamos, assim, a vivência da proposta de Skovsmose relativa a um controle coletivo do processo educacional.

Desenvolvemos com os alunos um jogo onde deveriam sortear bolinhas pretas (números negativos = perdas) e vermelhas (números positivos = ganhos), ao final deveriam dar o resultado dentro do raciocínio perdas/ ganhos;

A regra do jogo era a seguinte:

- +----- possui / é um ganho
- ----- deve / é uma perda.

A turma foi dividida em grupos de quatro alunos cada dupla acumulava os pontos de seis sorteios, ganhava quem obtivesse a maior soma final.

Os alunos, conforme regra do jogo, também procuravam representar os resultados a cada rodada, o que era um estímulo na consolidação da operacionalização dos números relativos. Todos envolveram-se com o jogo e discutiam calorosamente os resultados. Havia um clima de alegria e aprendizado!

Outras atividades como leitura/ interpretação de textos jornalísticos ligados ao tema, discussões e sistematizações sobre o aprendizado acontecia foram se configurando. Crescíamos com o processo!

Conclusão

Na perspectiva em que nos propusemos pesquisar não é possível apontar linearidade entre uma casualidade específica e sua respectiva realização tendo em vista que tomamos como modelo de análise a existência de um campo de determinação, implicando uma casualidade complexa para os fenômenos com relação a sua forma de realização. Conforme afirma SANTOS(1992:23) :

É justamente essa distinção entre campo de determinação, cuja função é marcar a amplitude da ação e a forma de realização, que nos dá , de um lado, a possibilidade de analisar a ação humana como determinada e como determinante, de outro lado, de verificar o não teleologismo desta postura. Assim o determinante não é causa de uma cadeia pré – estabelecida de efeitos, apenas marca a amplitude possível desses efeitos, o seu caráter geral, sua lei de tendência, não o seu resultado. No interior desses limites, entre as possibilidades infinitas aí contidas, teremos a forma de realização.

Assim, tomando como referência as questões acima analisada, podemos, à guisa de conclusão, enunciar algumas correlações entre os aspectos socio- culturais e psico-cognitivos da clientela em questão:

- O sentido e o significado dos conceitos matemáticos se dão na dinâmica da situação existencial, dos alunos das Escolas Públicas, especialmente do turno noturno, enquanto Classe Trabalhadora.
- Desenvolver sentidos e significados no conjunto dos Números Relativos, pode se dar, segundo a opção metodológica do grupo, à partir de uma análise relativa à perdas e ganhos; tal opção, envolve pensar a Classe trabalhadora em seu atual

momento histórico e social, dentro do contexto de perdas e ganhos que vem atravessando.

- Se pretendemos uma psicopedagogia articulada às práticas desenvolvidas pelos trabalhadores no atual momento, deveremos buscar o desenvolvimento de relações coletivas, onde os pares possam elaborar e sistematizar os conceitos, aproximando-nos da proposta vygotskiana de Zona de Desenvolvimento Proximal.
- O signo inserido matematicamente deverá ser interpretado também enquanto expressão ideológica na elaboração dos conceitos, ou seja não concebemos uma elaboração e sistematização dos conceitos matemáticos isolada de uma inserção social .

4- Bibliografia

ANTUNES, R. (2000). Os sentidos do trabalho- Ensaio sobre a afirmação e a negação do trabalho. São Paulo, S.P., Boitempo.3ª edição

BAKITIN, M. (1988). *Marxismo e Filosofia da linguagem*. São Paulo, Huitec.

BERNARDO, J. (1991). *Economia dos conflitos sociais*. São Paulo, Cortez.

(2000) Transnacionalização do Capital e fragmentação dos trabalhadores. São Paulo, Boitempo.

CARRAHER, T.N., CARRAHER, D., SCHLIEMANN, A. L (1989). *Na vida Dez, na escola zero*. 1. Ed. São Paulo: Cortez.

CARVALHO, D. L. (1995). A interação entre o conhecimento matemático da prática e o conhecimento escolar. Campinas, São Paulo, UNICAMP. (Tese de doutorado).

(2002). Diálogo cultural, negociação de sentidos e produção de significados matemáticos por jovens e adultos. *Zetetiké* . Campinas, volume 9, n. 15/16, dez. 2001, p.43- 77.

DAYRELL, JUAREZ.(2001). A música entra em cena: o rap e o funk na socialização da juventude de Belo Horizonte. Belo Horizonte, M. G., UFMG . (Tese de doutorado).

FREIRE, DORIS A. (1989) *Diferença ou deficiência: em questão a patologização do fracasso escolar*. Belo Horizonte, UFMG, (Dissertação de mestrado).

GLAESER, G. (1985). *Epistemologia dos Números Relativos*. **Boletim GEMPEM**, 17, p.17- 129. (tradução Lauro Tinoco)

GOMES, Maria de Fátima; FILHO, Luciano F.(1997). *Memória e Aprendizagem: uma perspectiva Sócio- Histórica*. **PRESENÇA PEDAGÓGICA**, Belo Horizonte, v.3 , N.15, maio/ junho, p.43- 53. P.

GOULART (1992). Lição de aprendiz: análise de uma proposta na Escola Municipal da Vila Fátima. Belo horizonte, M.G., UFMG, (Dissertação de mestrado)

LIMA, E.C. S. (1997).Desenvolvimento e aprendizagem na Escola: Aspectos culturais, neurológicos e psicológicos. São Paulo, S.P., Série Separatas, GEDH.

LÓPEZ, A- POWEL, A. (1995). A escrita como veículo da aprendizagem da matemática: um estudo de caso. **Boletim GEMPEM**, anoXIX, no.33 (p.9-43).

MAGRO, VIVIANE M. M.(2002).*Adolescentes como autores de sí próprios: cotidiano, educação e o hip hop*. **Cadernos CEDES**, Campinas, S.P.v.22. n.57, p. 63-76,ago. 2002.

MEGID,M. A.B.A (1997).*Construção de noções sobre Números Relativos- uma tentativa de inovação na prática pedagógica*- Campinas, S.P. , UNICAMP, (Monografia para conclusão curso de especialização)

MOYSÉS, M. L. (1997). Aplicações de Vygotsky à Educação Matemática. Campinas, S.P. Papirus.

PINO, ANGEL. (1993). *Processos de significação e constituição do sujeito*. Temas em Psicologia – Desenvolvimento cognitivo: Linguagem e aprendizagem. Sociedade Brasileira de Psicologia. São Paulo, n.1, p. 17- 24.

_____ (1992). *O conceito de mediação semiótica em vygotsky e seu papel na explicação do psiquismo humano*. Cadernos CEDES, Campinas , S.P. n.24, p.32-43; Papirus.

SALVADOR, C. COLL. e colaboradores.(1997). *Psicologia do ensino*. São Paulo, S.P.: Artes Médicas.

SANTOS, ODER J. (1992). *Princípios de uma Pedagogia dos Conflitos Sociais*. Belo Horizonte, M.G., UFMG, (Tese Prof. Titular)- Faculdade de Educação UFMG.

_____ (1985). *A questão da produção e distribuição do conhecimento*. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, n.2, p. 4-7, dez.

_____ (1985) *Esboço para uma pedagogia da prática*. **Trabalho & Educação – Revista do NETE**- ago/ dez- n.2.

SCHUBRING, G.(2000).*Rupturas no Estatuto matemático dos números negativos*. Boletim GEPEM, n.37, ago. / 2000, (p. 51- 64)

SILVA, SÉRGIO P. (2002). *Um posto de gasolina e três categorias da relação ensino- aprendizagem*. Belo Horizonte, Presença Pedagógica, v.8, n.45, maio/junho, p.12 – 17.Dimensão.

SMOLKA, ANA L. B. (20000). *Conhecimento e produção de sentidos na escola: a linguagem em foco*. Campinas, **Cadernos CEDES**, N. 35, 2 ed. , julho/ 2000, p. 50-62.

SPÓSITO, M. (1999).*Educação e Juventude*, Belo Horizonte, **Educação em Revista**, n. 29, p7-13.

SKOVSMOSE, OLE. (2001). *Educação Matemática Crítica: A questão da democracia*. Campinas, S.P: Papirus.(trad. Abgail L. Araújo e Jussara Lins)

VYGOTSKI, L.S. (2003). *Psicologia Pedagógica* – Edição Comentada – Porto Alegre: ARTEMED, Trad. Cláudia Schiling – 691p.

_____(1989). *Pensamento e Linguagem*. São Paulo, S.P., Martins Fontes.

_____(1988). *A formação social da mente*. São Paulo, S.P. Martins Fontes.

XAVIER, C. C. (1992). *A lógica de quem não aprende a matemática escolar*. Belo Horizonte, M.G. UFMG, Faculdade de Educação, (dissertação de Mestrado)

0503CC RELAÇÕES DOS ALUNOS COM A MATEMÁTICA ESCOLAR: DO DISCURSO À AÇÃO

Silvana Martins Melo¹

Resumo:

O presente artigo discute as relações estabelecidas entre alunos e os saberes matemáticos escolares e manifestações de elementos que configuram tais relações no momento em que os alunos resolvem exercícios sobre números reais. Tais discussões se apoiam em análises de dados de uma pesquisa de mestrado realizada com alunos do Ensino Médio de uma escola de Belo Horizonte. A opção metodológica da pesquisa é qualitativa e os dados foram coletados a partir de quatro instrumentos: questionários, *inventários*, entrevistas semi-estruturadas e testes. A análise dos dados é sustentada pela teoria sobre a relação com o saber de Charlot(2000).

Palavras-chave: Relação com o saber; Educação Matemática; Saberes Escolares Matemáticos

¹ Mestre em Educação no Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social – Faculdade de Educação - UFMG
E-mail: vanamelo2@hotmail.com

Introdução

As questões iniciais que direcionaram nossa pesquisa de mestrado emergiram a partir de três motivações: as interrogações acerca dos números racionais e irracionais suscitadas pela minha participação no Programa de Aprimoramento Discente (PAD-Licenciatura em Matemática); a constatação dessas questões através da experiência como professora nos Ensinos Fundamental e Médio; e o contato com a literatura de pesquisa na área de Educação Matemática.

Inicialmente, a preocupação central era a aquisição do conceito de número real por parte dos alunos, de um ponto de vista exclusivo da Psicologia da Educação. Entretanto, a partir do contato com questões colocadas pela Sociologia da Educação, em especial do contato com a teoria de Charlot(2000), as questões iniciais de pesquisa foram reformuladas e passamos a investigar:

- **Qual a natureza da relação que os alunos estabelecem com os saberes matemáticos?**
- **Como se dá a reconstrução do conceito de número vinculada a diferentes relações epistêmicas com o saber?**

Com o intuito de responder estas questões, planejamos a coleta de dados, à qual perpassou, inevitavelmente, a escolha da nossa opção metodológica e dos instrumentos para tal coleta. A opção metodológica da pesquisa é qualitativa e os instrumentos utilizados para coletar dados foram questionários, *inventários* (textos sobre a experiência dos alunos com a matemática e sobre o que consideram mais importante aprender desta disciplina), entrevistas semi-estruturadas e testes sobre números racionais e irracionais.

Durante o processo de seleção dos alunos participantes da pesquisa, principalmente através do questionário e do *inventário*, conhecemos aspectos gerais da relação dos alunos que se dispuseram a participar da pesquisa com a matemática escolar. Merecem destaque: o interesse de todos os alunos em fazer vestibular; o apoio dos pais ou parentes, acompanhando o desenvolvimento escolar do aluno ou contratando aulas particulares; o desejo de que se ensine tudo nas aulas de matemática (o que reforça uma proposta universalista no currículo escolar); o uso da matemática no dia a dia que inclui também o contexto escolar; dentre outros.

Mapeamos tais relações focalizando as três dimensões: a epistêmica, a social e a de identidade. Embora já alertado em Charlot(2000), percebemos ao fazer estas análises, que tais dimensões não se encontram justapostas compondo a relação dos alunos com os saberes matemáticos escolares, mas de uma forma articulada, compondo configurações que, para cada indivíduo, descrevem de algum modo sua relação com o saber.

Discutimos aqui elementos das relações dos alunos com os saberes matemáticos escolares e a manifestações desses elementos na reconstrução do conceito de número por parte dos alunos.

Relações dos alunos com os saberes matemáticos presentes nos discursos...

Das falas dos alunos envolvidos na pesquisa emergiram aspectos pelos quais identificamos a influência de fatores de cunho social ou familiar na relação dos alunos com os saberes, principalmente os matemáticos. O desejo de fazer vestibular, a escolha do estabelecimento de ensino feita pelos pais para os filhos, o acompanhamento da vida escolar dos alunos feita pelos pais, parentes ou terceiros, e o fato de os alunos estabelecerem diferentes relações com o mundo, reafirmam que a relação com o saber é também uma relação social.

O desejo de fazer vestibular

Analisando o modo como os alunos se referem ao vestibular, à exceção de apenas uma aluna selecionada para a entrevista, percebemos que sua trajetória escolar parece descrever um percurso 'natural', que necessariamente culminará na universidade.

Constatamos que o desejo de ingressar num curso superior não se mostrou presente nas expectativas em relação à escola descritas por Charlot(1996) e por Rodrigues(2001). Vale ressaltar que os alunos pesquisados por estes autores foram selecionados em escolas para as classes populares ou situadas na periferia. Portanto, é possível inferir que o desejo de fazer vestibular possa ter alguma relação com o fato de os alunos de nossa pesquisa pertencerem a uma classe social favorecida do ponto de vista econômico e cultural. Entretanto, consideramos não haver nenhum determinismo no desejo de entrar na faculdade por parte dos alunos, se assim fosse, nenhum aluno das classes populares aspiraria a um curso superior.

É preciso levar em consideração a ação do sujeito sobre e no mundo, como ressaltado em Charlot(2000).

A escolha do estabelecimento de ensino feita pelos pais para os filhos

A escolha do estabelecimento de ensino pelos pais é uma medida de investimento destes na trajetória escolar dos filhos. Isso foi percebido no decorrer das entrevistas e nos contatos estabelecidos com os pais dos entrevistados, ocasionalmente.

Nogueira(1998) pesquisa trajetórias com estudantes universitários provenientes das camadas médias intelectualizadas. Em seu estudo, tece explicações, fundamentadas em Bourdieu(1998), acerca do que é provável com relação ao vestibular, principalmente, nas famílias cultural e economicamente privilegiadas. De acordo com a pesquisadora, tais famílias possuem recursos culturais – mas são dotadas também de capital social e econômico – que irão habilitar os alunos para “decodificar” o sistema escolar.

A autora apresenta no referido estudo momentos em que o capital cultural da família se manifesta na trajetória escolar dos filhos, identificando medidas explícitas de investimento dos pais. Uma dessas medidas, segundo ela, é a escolha do estabelecimento de ensino feita pelos pais, optando por um ensino de qualidade.

O acompanhamento da vida escolar dos alunos pelos pais, parentes ou terceiros

Além da escolha do estabelecimento de ensino dos filhos por parte dos pais, foi possível perceber o apoio de pais, parentes, padrinhos ou professores particulares no desenvolvimento escolar do aluno. Embora todos os pais dos alunos entrevistados exerçam atividades fora de casa, alguns assim mesmo acompanham de perto o andamento dos filhos na escola ou quando impossibilitados por alguma razão, contratam professores particulares para ajudá-los.

É importante destacar o papel dos pais como participantes da vida escolar dos alunos: a formação acadêmica da maioria desses pais deve ser entendida como um facilitador para que o aluno tenha um bom desempenho na escola. É aí, novamente, que parece haver uma transmissão de capital cultural, ainda que seja de forma implícita.

As diferentes relações com o mundo

Para Charlot(2000), toda relação com o saber é também relação com o mundo. Perpassa toda a coleta de dados o interesse de os alunos em fazer um curso superior: o mundo lhes requer que ingressem num curso superior.

Analizando a dimensão social da relação dos alunos com os saberes matemáticos, concluímos que esta não parece ser unívoca para os entrevistados. Uma explicação para este fato pode se situar principalmente na relação estabelecida entre estes alunos e o mundo em que vivem, pois é aí que aparecem as expectativas de cada indivíduo. Nutridas de singularidades, tais expectativas são permeadas por uma maior ou menor afinidade com a matemática.

Apesar de ser possível distinguir os alunos através da sua relação com o saber, quando consideramos sua visão de mundo ao focalizarmos apenas a dimensão social, não nos foi possível diferenciá-los quanto à relação com o saber matemático. No entanto, ao focalizarmos as outras duas dimensões da relação com o saber – a de identidade e a epistêmica – mergulhamos na distinção de tais alunos no que se refere à sua relação com o saber matemático escolar.

A dimensão de identidade da relação com os saberes

Charlot(2000) defende que qualquer relação com o saber comporta uma dimensão de identidade, já que aprender faz sentido por referência à história do sujeito, às suas expectativas, às suas referências, à sua concepção da vida, às suas relações com os outros, à imagem que tem de si e àquela que quer dar de si aos outros.

A relação consigo mesmo aparece quando o aluno assume gostar ou não de matemática. Na nossa pesquisa, propositadamente, escolhemos para as entrevistas alunos que afirmaram gostar de matemática, alunos que afirmaram não gostar e outros, que se mostraram quase indiferentes em relação a ela.

Uma representação permeando o gosto pela matemática

O gostar ou não gostar de matemática foi permeado por representações que os alunos revelaram ter desta disciplina. A análise das respostas dos alunos ao questionário possibilitou observar as representações de um mesmo aluno sobre a matemática. Um mesmo aluno poderia considerar que a matemática é uma ciência exata, que é necessário ter dom para aprendê-la e que ela ensina a pensar. Durante as entrevistas, percebemos que muitas vezes algumas destas representações

sobrepuseram-se a outras, de modo que alguns alunos fixaram-se em uma das representações evocadas para explicar sua afinidade (ou a falta dela) com relação à matemática.

Aprender matemática como um enriquecimento pessoal

Embora todos os alunos demonstrem a “consciência” de que é preciso adquirir saber, inclusive para passar no vestibular, alguns têm uma relação mais intensa com os saberes matemáticos como “apropriar-se de um objeto virtual (‘o saber’)” (Charlot, 2000:68) . Neste caso, na relação aparece fortemente a dimensão de identidade.

Um exemplo que se destaca é o de um aluno (o qual chamamos aluno 22), que parece ter construído sua relação de identidade com os saberes matemáticos escolares a partir do seu interesse pela Economia e Engenharia - a sua relação com o mundo.

Convém destacar principalmente que a relação de identidade do aluno com a Engenharia e a Economia parece construída, em certa medida, a partir da relação com os tios e com o acesso às informações da atualidade que ele possui. Isso revela um aspecto social ao qual a relação com a matemática parece estar sendo submetida.

Aspectos sociais ou de identidade constituintes da relação deste aluno com a matemática contribuem para que o mesmo responda a si próprio ‘por que’ ou ‘para que’ está estudando determinado conteúdo – pergunta que muitos alunos da sua idade (15 anos) fazem com relação às aulas de matemática. Aprender parece ser, para o aluno 22, apropriar-se de conhecimentos do seu mundo e compreender de que forma a matemática aprendida na escola se faz presente no mesmo. Arriscamos a afirmar que este aluno tem construído uma relação com a matemática voltada para enriquecimento pessoal.

O gosto pela matemática ou curiosidade, parecem mobilizar também a aluna 21 a resolver desafios que ela percebe nesta disciplina.

E: Pra que você costuma hoje usar matemática? Além da sala de aula, em algum outro momento você usa matemática?

Aluna 21: Uso! Às vezes pra resolver uns problemas que vem na Super Interessante, eu era assinante. (...)

E: Você faz por gosto?

Aluna 21: Sim. Eu tento resolver os desafios...

Resolver desafios assim como ler sobre Economia são atitudes que propiciam um enriquecimento pessoal. É neste aspecto que o aluno 22 assemelha-se à aluna 21.

No caso da aluna 21, que à medida em que resolve desafios, ela cria uma satisfação consigo mesma. Aprender matemática para esta aluna vai além de cumprir as tarefas escolares, que o professor manda. Existe um interesse em adquirir objetos de saber ou, pelo menos, de usar estes objetos de saber nos desafios. Tal interesse configura ao mesmo tempo uma relação de identidade e epistêmica com a matemática. Vale a pena observar que o fato de a aluna ter acesso a este *capital cultural objetivado*² (a revista), contribui também para que possamos refletir sobre a importância do 'social' na referida relação.

O gostar de matemática relacionado a uma imagem de si

Ao ser perguntada sobre sua relação com a matemática uma aluna responde:

Aluna 16: Acho assim: quando eu tô sabendo a matéria eu gosto. O problema é quando a matéria está mais complicada. Aí eu passo a não gostar.

Mais do que o aprendizado, acreditamos que o que está em jogo é a imagem de si. De acordo com Charlot(2000), compreender um teorema matemático, por exemplo, é apropriar-se de um saber, mas é também sentir-se inteligente. Isso se mostra mais claramente na resposta da aluna¹⁴ à mesma pergunta feita à aluna 16:

Aluna 14: Quando eu aprendo eu gosto. Mas é muito raro eu aprender.

A aluna afirma que são raros os momentos em que aprende. Isso nos fornece indícios para entendermos em parte sua relação consigo mesma. Tais indícios refletem-se ou complicam-se, inclusive, na concepção desta sobre o ato de aprender matemática (para esta aluna), o qual está associado à idéia de que é preciso ter dom para aprender matemática. Mas isso será tratado quando abordarmos a dimensão epistêmica da relação com os saberes escolares matemáticos.

² Ver Nogueira (1998)

A dimensão epistêmica da relação com os saberes

De acordo com Charlot(1996), aprender para os alunos pode assumir significados diferentes. Em sua pesquisa, o pesquisador encontrou diferentes conotações sobre o ato de aprender.

Aprender matemática para os alunos de nossa pesquisa, assemelha-se à forma menos freqüente nos alunos envolvidos na pesquisa de Charlot(1996): aprender é apropriar-se de saberes objetos. Nesse caso, segundo Charlot(2000), aprender é passar da não – posse à posse, da identificação de um saber virtual à sua apropriação real. Tal saber virtual vem encarnado em objetos empíricos, por exemplo, os livros.

Dentro dessa mesma relação epistêmica com o saber, pudemos observar diferenciações nas estratégias de aprendizagem de matemática dos alunos, que estamos sugerindo como diferentes relações epistêmicas com o saber matemático

Aprender matemática é fazer muitos exercícios

Foi possível constatar, desde a aplicação do primeiro instrumento de coleta de dados (o questionário), a representação de que para “aprender matemática é preciso fazer muitos exercícios”, que é comum entre os alunos envolvidos na pesquisa. Durante as entrevistas, tentamos obter mais detalhes sobre os métodos de estudo utilizados pelos alunos. Nesta tentativa, observamos que o fato de ‘fazer muitos exercícios’ não assumia o mesmo sentido entre os alunos entrevistados. Identificamos alunos que revelam fazer exercícios com o intuito de ‘treinar’ e aqueles que, através dos exercícios buscam a compreensão do que estão fazendo. Os primeiros, em geral, concordam com a expressão de que a matemática seja um conjunto de fórmulas e regras a serem memorizadas e revelam que estudam para as provas repetindo a resolução dos exercícios várias vezes, até encontrar a resposta correta. Em contrapartida, há alunos que afirmaram estudar apenas aqueles exercícios que despertam mais dúvidas, na véspera da prova. Consideramos que estes procuram compreender o processo de resolução dos exercícios principalmente por defenderem que o fato de encontrarem uma resposta incorreta para um exercício não significa que não estejam sabendo a matéria, pois às vezes se comete erros “bobos” de cálculo.

Aprender matemática é algo pré-determinado?

Perguntamos, no questionário, se para aprender matemática, seria preciso 'ter nascido pra isso'. Como já foi informado, apenas dois alunos, não discordaram da afirmação. Uma aluna discordou com a afirmativa, e, o outro aluno manteve-se neutro. Esses dois alunos (o aluno 4 e aluna 14) foram convidados a participar da entrevista.

Para a aluna 14, para aprender matemática parece ser necessário um dom, é portanto algo pré-determinado e as pessoas que não o possuem 'tiveram azar'. Durante a entrevista, ela discute sua resposta positiva à questão "para aprender matemática é preciso ter nascido pra isso?", como se segue:

Aluno 4: Ah! Porque tem pessoas que têm um pai... já desde pequeno o pai ajuda... ou já nasce com a facilidade de aprender... todas as matérias é assim. Eu não nasci pra isso! Dei azar!

Embora mencione a possibilidade de desenvolver tal conhecimento com a ajuda externa, reforça a idéia de que o dom é necessário, quando afirma que ela não nasceu para a matemática

O aluno 4 que havia ficado em dúvida quanto à questão respondeu o questionário, forneceu pistas sobre sua concepção quanto a este respeito:

Aluno 4: É porque eu acho que nunca vou aprender matemática porque ela não entra na minha cabeça...

E: Você acha que pra aprender matemática é preciso ter dom?

Aluno 4: Ah... Eu acho que o Bernardo tem o dom da coisa.

Expressões do tipo 'dei azar' da aluna 14 e 'ela não entra na minha cabeça' do aluno 4 revelam a imagem que estes alunos têm de si próprios. Estas imagens puderam ser notadas também nas ações destes alunos quando lhes propus os exercícios de matemática.

Interfaces das dimensões das relações com os saberes

Para efeitos de análise e apresentação dos dados, abordamos cada uma das referidas dimensões separadamente. Entretanto, Charlot(2000) ressalta que tais dimensões não se encontram justapostas compondo a relação do indivíduo com o saber. Para o autor, a dimensão social não se acrescenta às dimensões epistêmica e identitária: ela contribui para dar-lhes uma forma particular. Então o sujeito não

tem, por um lado, uma identidade; por outro, um ser social: esses aspectos são inseparáveis.

Há também outras questões que revelam imbricações entre as dimensões de identidade e epistêmica. Por exemplo, vimos que as alunas 16 e 14 afirmam que gostam de matemática quando aprendem a matéria. Esta asserção une aprendizado com satisfação consigo próprio, ou seja, a relação com a matemática escolar está na dependência da relação consigo mesmo, que por sua vez está condicionada ao aprender matemática.

As alunas mencionadas acima revelam dificuldades com a matemática e lamentam que raramente aprendem. Percebe-se aí um sentimento de inferioridade por parte dessas alunas. A pouca autonomia diante dos saberes matemáticos escolares reflete-se no 'aprender', pois segundo Charlot(2000), através do 'aprender', qualquer que seja a figura sob a qual se apresente, sempre está em jogo a construção de si mesmo e seu eco reflexivo, a imagem de si.

Um outro momento em que as dimensões de identidade e epistêmica revelaram sua interface aparece na análise da relação com a matemática escolar manifestada pela aluna 14. Vimos que para esta aluna, aprender matemática está associado à existência de um dom. Esta aluna considera-se desprovida deste dom, e este fato aparece como uma justificativa da mesma para seu insucesso diante da matemática. Essas considerações nos remetem ao mesmo tempo às dimensões de identidade e epistêmica da relação com os saberes escolares matemáticos: o ato de aprender e a relação consigo mesma aparecem aí articulados.

Ao tratarmos da dimensão social, durante a análise dos dados, ficamos desapontados quando nos depararmos com aspectos gerais que pouco informavam sobre a relação dos alunos com a matemática escolar. Tais aspectos haviam trazido informações valiosas sobre as intenções dos alunos quanto às suas futuras profissões, ao vestibular, ao apoio de suas famílias, às suas diferentes visões de mundo, às suas diferentes afinidades com os saberes matemáticos escolares.

Após novas visitas ao referencial teórico e discussões sobre o mesmo, uma questão ligeiramente diferente se colocou. Passamos a entender, em toda sua extensão, o fato de que somente articuladas é que as três referidas dimensões configurariam a relação dos alunos com os saberes matemáticos escolares. Podemos mapear a relação dos alunos com os saberes através de uma questão bastante direta: De que modo elementos da relação social permeiam as dimensões

de identidade e epistêmica da relação dos alunos com os saberes matemáticos escolares?

Procurando respondê-la, retomamos o dado de que todos os alunos revelaram interesse em fazer o vestibular, embora ainda estivessem no primeiro ano do Ensino Médio. Tal fato influencia a relação dos alunos com a matemática escolar, uma vez que o vestibular aparece como justificativa para se ensinar "tudo" de matemática e de se estudar matemática.

Ressaltamos ainda que o desejo de fazer vestibular permeia, inclusive, a relação daqueles alunos que parecem ser movidos por um interesse, uma curiosidade ou um enriquecimento pessoal diante da matemática. Não podemos portanto afirmar que a relação desses alunos com a matemática escolar seja puramente diletante. Existe aí o móbil 'vestibular' contribuindo para a existência deste interesse diante da matemática.

A relação de identidade de alguns alunos envolvidos na pesquisa e a apropriação do mundo (o ato de aprender) por eles é também permeada pelo acesso ao capital cultural objetivado. Há dois alunos entrevistados, o aluno 22 e a aluna 21, que revelaram ter um contato com a matemática também fora da escola. O aluno 22 afirma gostar de Economia, interessa-se pelo mercado financeiro e gosta de ler sobre o assunto; a aluna 21 afirma gostar de resolver desafios matemáticos da revista Super Interessante. Assim, ambos têm contato com um material (livros e revistas) que trata do conhecimento matemático fora da escola. As condições sócio-econômicas e culturais das famílias desses alunos são o que possibilitam tal acesso.

O que queremos ressaltar aqui é que o contato dos alunos 22 e 21 com tais materiais reporta-se ao capital cultural objetivado das classes privilegiadas do ponto de vista cultural discutido na Teoria de Bourdieu. Tal contato foi identificado através da descrição dos alunos de sua relação com a matemática escolar do ponto de vista da dimensão epistêmica e de identidade.

Não se pode afirmar que, caso esses alunos pertencessem a uma classe menos favorecida do ponto de vista social, cultural e econômico, não teriam acesso a materiais que tratam do saber, fora da escola. É preciso sempre considerar o sujeito, com suas expectativas, seus interesses, suas buscas, seus modos de apropriação do mundo e de construção de si mesmos. Aqui, podemos revelar apenas que para esse grupo de alunos que pesquisamos tal acesso foi permitido,

principalmente, através das possibilidades sociais, culturais e econômicas de suas famílias.

Relações dos Alunos com os Saberes Matemáticos Escolares Presentes na Ação...

A partir do mapeamento de elementos da relação dos alunos com a matemática escolar, passamos às manifestações dos mesmos nas reconstruções dos alunos sobre números. O referencial desenvolvido em Tall & Vinner (1981), orientou a análise das reconstruções do conceito de número real. Referenciados nesta teoria, abordamos a familiaridade dos alunos com a definição de número racional e seu uso, distinguindo três grupos: o primeiro, formado pelos alunos que não foram capazes de enunciar uma definição para os racionais; o segundo, formado por alunos que enunciaram tal definição, mas a utilizaram com distorções; e, o terceiro grupo, constituído por apenas um aluno que enunciou e utilizou a definição de modo satisfatório.

Através de comparação entre estes grupos, identificamos similaridades e diferenças significativas, quanto a elementos de suas relações com os saberes matemáticos escolares. Em especial, a partir desta análise destacam-se quatro elementos: a imagem que os alunos revelaram ter de si mesmos, suas afinidades com a matemática, suas concepções sobre o ato de aprender matemática e suas representações sobre a mesma.

O primeiro grupo de alunos revelou uma atuação pouco autônoma diante dos estudos. Isso parece sofrer influências dos quatro elementos supracitados. Os alunos deste grupo ainda revelaram ter uma imagem negativa de si mesmos, explicitando-a em suas falas durante a entrevista, mas também, em alguns casos, em suas reações no momento em que um teste com questões sobre matemática lhes foi proposto. Dois dos três alunos deste grupo, demonstraram insegurança diante da idéia de um teste, justificando *a priori* possíveis erros que cometeriam, sem que sequer tivessem conhecimento do conteúdo do teste. Já o terceiro aluno deste grupo, ressaltou que a matemática “não entrava em sua cabeça”. Assim, uma imagem de si negativa e carregada de insegurança foi perceptível tanto na fala dos alunos quanto durante a atividade com a matemática proposta no encontro.

Neste primeiro grupo de alunos, a imagem negativa de tais alunos sobre si mesmos diante da matemática escolar nos pareceu estar articulada a uma relação

de identidade que se caracteriza pela falta de afinidade entre estes alunos e tais saberes. Dois dentre os três alunos do primeiro grupo revelam não gostar de matemática e o terceiro componente afirma que gosta, mas para aprendê-la, é preciso fazer exercícios, mas confessa “ter muita preguiça de ficar fazendo exercícios”. Portanto, não percebemos mobilização da aluna diante dos saberes matemáticos escolares. Ela parece não fazer uso de si como recurso (Charlot, 2000).

Para dois dentre os três alunos, a imagem de si parece ser nutrida pela crença de ser necessário um dom para se aprender matemática. Suspeitamos que concordar com a ‘teoria do dom’ é isentar-se de algum modo de fazer esforço para aprender, de mobilizar-se, de pôr-se em recursos (Charlot, 2000). Como o aluno se considera desprovido deste dom necessário para que se aprenda matemática, uma questão se impõe: para que se esforçar se a história de insucesso já está escrita?

Embora o terceiro componente deste grupo discorde da ‘teoria do dom’, justifica sua opinião destacando que a “matemática é um treino e, para aprendê-la, é preciso treinar bastante”. Essa concepção epistêmica sobre o ato de aprender assemelha-se àquelas reveladas pelos dois outros componentes do primeiro grupo. Aprender matemática para os alunos deste grupo parece significar treino e memorização. Isto mostra-se consistente com a sua concepção de matemática como “um conjunto de regras e fórmulas a serem memorizadas”, conforme resposta ao questionário aplicado, a qual foi reafirmada nas entrevistas.

A relação dos três alunos do segundo grupo com os saberes matemáticos escolares, segundo os quatro elementos mencionados, indicam uma maior autonomia ao trabalhar a matemática.

Esforço e estudo são elementos constituintes de uma imagem de si. Todos aqueles sujeitos discordam de que é preciso ter dom para aprender matemática e de que a matemática é um conjunto de fórmulas e regras a serem memorizadas. Estes elementos da relação com os saberes matemáticos se mostram consistentes com a concepção destes sobre o ato de aprender: existem referências à necessidade de compreensão ao invés de memorização; de privilegiar o processo de resolução de um exercício, ao invés da resposta final a ser encontrada. Além disto, os alunos deste grupo revelam alguma afinidade com a matemática escolar.

O único componente do 3º grupo discorda de que para aprender matemática é preciso ter dom e da concepção de que a matemática seja um conjunto de

fórmulas e regras a serem memorizadas. Para ele, a matemática não se restringe a isso. Ele diz que aprende fazendo muitos exercícios, mas sua opinião sobre 'fazer muitos exercícios' não nos remete à idéia de treino e repetição, mas sim, a uma colocação interessante: "fazer muitos exercícios é poder observar o problema de várias maneiras diferentes". Isso revela a atitude reflexiva do aluno durante seu trabalho com a matemática.

Sem nenhuma intenção de generalizar, confirmamos a hipótese de que os elementos que configuram as relações com a matemática escolar do grupo de alunos participantes da nossa pesquisa se manifestam na ação dos mesmos, no momento em que resolvem exercícios sobre números.

A partir deste estudo, passamos a considerar fundamental a percepção de que ao lidar com alunos, nós, educadores matemáticos, precisamos estar atentos à diversidade de relações que se estabelecem entre os saberes matemáticos escolares e os alunos, ainda que estes pertençam a um mesmo meio social, cultural e econômico.

Referências Bibliográficas

BOURDIEU, P., "A escola conservadora" in *Escritos de Educação*. Petrópolis, Vozes, 1998.

_____. "Os três estados do capital cultural". Tradução Magali de Castro in *Escritos de Educação*. Petrópolis, Vozes, 1998.

CHEVALLARD, Y . *La Transposición Didáctica: Del saber sabio al saber enseñado*. Trad. Claudia Gilman . Argentina: AIQUE, 1997.

CHARLOT, B. Da relação com o saber- Elementos para uma teoria, trad. Bruno Magne, Porto Alegre, Artes Médicas, 2000.

_____. "Relação com o saber e com a escola entre estudantes da periferia", in *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, nº 97, maio, 1996, p.47-63.

_____. "Os jovens e o saber – Perspectivas mundiais"; trad. Fátima Murad, Porto Alegre, Artes Médicas, 2001.

D'AMBROSIO, U. "Do saber matemático ao fazer pedagógico: o desafio da educação" In: II Encontro de Educação Matemática do Rio de Janeiro. Macaé-RJ, 1999.

FORQUIN, J. C. "Saberes escolares, imperativos didáticos e dinâmicas sociais", Teoria e Educação, nº 5, 1992, p. 28-49.

FREIRE, Paulo. "Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática docente". São Paulo, SP: Paz e Terra, 2000. (Coleção Leitura)

GÓMEZ-GRANELL, C. "Rumo a uma epistemologia do conhecimento escolar: o caso da educação matemática", in: M.J.RODRIGO e J.AMAY (orgs.), A construção do conhecimento escolar – vol.2, Domínio do conhecimento, prática, educação e formação de professores, São Paulo: Ática, 1998.

NOGUEIRA, M. A. e CATANI, A. "Pierre Bourdieu, Escritos de educação". Rio de Janeiro: Vozes, 1998

MELO, S. M. "Relações dos alunos com os saberes matemáticos escolares". In: VI Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática, 2002, Campinas. Anais. Campinas: UNICAMP – Faculdade de Educação, 2002, p.125-131

0504CC CONHECIMENTO E REALIDADE: COMO A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO É CONSIDERADA NO ÂMBITO FENOMENOLÓGICO?

Flávio de Souza Coelho¹

RESUMO

Este trabalho contempla as teorias, no âmbito filosófico, que articulam e cuidam da questão do conhecimento e realidade, sendo parte do meu trabalho monográfico, apresentado como um dos requisitos para conclusão do curso de especialização em Educação Matemática, da UFJF, em Julho de 2003.

Objetiva à compreensão do modo como a construção do conhecimento é tratada no foco fenomenológico, bem como as possíveis contribuições da fenomenologia à educação.

São aqui discutidos : a realidade de acordo com a filosofia das eras moderna e contemporânea, enfatizando o racionalismo de Descartes, o empirismo de Bacon, o positivismo de Comte e a fenomenologia de Husserl e Merleau-Ponty.

¹ Universidade Federal de Juiz De Fora
Núcleo de Educação em Ciência, Matemática e Tecnologia

Introdução

Minha inquietação em torno da questão que abarca os modos de conhecer desponta nos primórdios do meu viver pedagógico enquanto professor de matemática. Nesse trilhar pude exercer esta função nas diversas redes de ensino, convivendo com alunos do ensino fundamental e médio.

Dos encontros, palestras, debates e congressos que participei, perseguíam-me dois termos que sempre estavam presentes nos discursos pedagógicos: realidade e construção do conhecimento, tornando esta última, uma asserção banalizada, conforme Machado (2000), fazendo com que praticamente não mais exista quem não seja construtivista, diz o autor.

Incomoda-me, portanto, não a existência de seguidores construtivistas, mas o modo como esta generalização permeia os discursos, fundamentando-se apenas nas pressuposições cartesianas que segmentam e desvinculam as dimensões cognitivas e afetivas que se manifestam em cada ser humano.

Meu desejo de investigar sobre a questão do conhecimento é fomentado ao ingressar-me no curso de Especialização em Educação Matemática do Núcleo de Educação, Ciência e Tecnologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, em Março de 2002.

Senti, particularmente, a necessidade de pensar com mais cuidado sobre a trama que revela os modos como o sujeito pode conhecer, ou seja: como podemos articular a questão do conhecimento, convergindo para o foco fenomenológico, visando a elucidar como a fenomenologia pode contribuir no âmbito educacional.

Na busca dessa compreensão apresento, neste trabalho, um estudo que envolve as concepções de conhecimento, a partir de investigações bibliográficas.

Nos capítulos 1, 2 e 3, que não fazem parte desta apresentação, são articulados as origens da filosofia, as possibilidades e modos de conhecer, e as relações entre sujeito e objeto do conhecimento.

São objetivos, portanto, para a apresentação no III EMEM, os capítulos seguintes, onde são desenvolvidos:

- Os dois principais pilares que sustentaram e teorizaram a questão do conhecimento entre os séculos XVI e XVII: O Racionalismo e o Empirismo;

- O positivismo de Augusto Comte que se trata do entusiasmo capitalista impulsionado pelo desenvolvimento da técnica e da ciência, o que marca a segunda metade do século XIX;
- No capítulo: “*Fenomenologia: a filosofia que cuida das essências*” desenvolvo os temas abarcados por esse modo de ver a realidade. Edmund Husserl e Merleau-Ponty são perseguidos em suas idéias filosóficas, interpretadas por estudiosos e, principalmente, por Bicudo, pesquisadora da UNESP – Rio Claro.

São apontadas as concepções do que se entende por fenomenologia, apresentação cuidadosa de alguns termos que emergem naturalmente no investigar dessa maneira, tais como: *fenômeno, realidade, consciência, essência, experiência, a priori e categorias*.

Propõe-se como a fenomenologia pode contribuir à educação, esclarecendo que esta

apropriação é possível justamente por ser desprovida de imposição de uma verdade teórica

ou ideológica, cuja postura é a de buscar pelo sentido e pelo significado do que se faz.

“A ciência moderna navegou, pois, nas águas seguras de verdades capazes de ultrapassar a fluidez dos fenômenos e sua temporalidade, a colher, não, os sinais da voz de Deus ou da eternidade das essências, mas a voz da eternidade das leis físicas, legíveis segundo os critérios da matemática, ciência da quantidade. E à imagem semelhança da física, até as ciências humanas tentaram se estruturar, não sem torturas e decepções”.

(LARA,2002)

1. Tempos modernos

1.1 Racionalismo: a busca da razão para a recuperação da certeza científica

Os Modernos, ao perguntarem: “ Como a verdade é possível ? ” , colocam o sujeito no centro da questão do conhecimento.

René Descartes (1596-1650) refutou a herança filosófica Medieval e não conseguia aceitar mais a antiga forma do conhecimento, cuja validade dependia da crença em algo extrínseco ao sujeito cognoscente. Julgou, ainda, insatisfatório o mundo da experiência² . Nesse sentido, submeteu tudo que considerava conhecimento a uma rigorosa análise crítica que, de forma metódica, destrói o conhecimento ingênuo comum e indica os critérios para a reconstrução da cognição. Começa com a percepção sensorial e termina com a evidência matemática, pondo em dúvida tudo que tradicionalmente tinha validade. O próprio mundo exterior, que para o senso comum é uma evidência intuitiva, para Descartes devia aparecer como uma evidência reflexiva, quer dizer, o resultado de uma evidência racional.

Para Descartes, todo o problema do saber se concentra no método, que será o instrumento de que se servirá a razão para conhecer. Os conhecimentos variam apenas de acordo com o método empregado, ou seja, no modo de utilizar a razão, mas não em relação à capacidade racional, que ele afirma igual para todos³, quando diz: “*O homem é um animal racional*” e, ainda: “*Penso, logo existo*”.(*cogito ergo sum*).

Mas, será que a razão é igual para todos ? Sabemos que uns têm uma razão predominantemente prática, outros têm uma razão predominantemente teórica. Uns são espontaneamente intuitivos, e outros reflexivos. Uns são memorizadores, outros inventivos. Será que apenas a utilização ou aplicação de um método

² Empirismo

²⁰ Cf. René Descartes. Discurso do Método, p.35.Col. Os Pensadores.

seria suficiente para colocar todos os seres humanos em igualdade para conhecer?

Descartes recomenda, ainda, para nada recebermos como verdadeiro que não seja evidente. Neste sentido, qualquer conhecimento para ser considerado verdadeiro deve ser submetido a um processo demonstrativo. Seguindo o ideal de Descartes, todo o corpo da ciência seria construído por dedução. É a sistematização do mundo, rejeição dos sentidos, que toma como certo apenas o pensamento claro.

O pensamento de Descartes instala, pois, uma concepção de ciência que supõe sempre a possibilidade de tornar objetivo o conhecimento do mundo, por separá-lo das sensações e percepções do corpo. É o pensamento – entendido em Descartes como racionalidade – o único canal seguro para se chegar à verdade. Descartes acredita que Deus inscreveu em cada homem as sementes da verdade. A experiência tem a função de despertar essas sementes.(Anastácio, 2000, p.90).

A objetividade do conhecimento, independente das sensações, na proposta de Descartes, é destacada pela autora, e a mesma nos convida a refletir sobre os preceitos traçados pelo filósofo em questão, alertando que este recorre à lógica, instalando o acesso ao verdadeiro conhecimento. Para isto, Anastácio (2000 p.88) revela, na tentativa de elucidar alguns termos como: evidência, intuição, dedução, análise e demonstração, que surgem no método cartesiano.

A evidência surge logo no primeiro preceito, no *“jamais aceitar alguma coisa como verdadeira, que não se saiba ser evidente como tal”*. Trata-se, continua a autora, “da evidência, que consiste na intuição intelectual de uma idéia clara”.

A análise, presente no segundo preceito, visa a reduzir o desconhecido ao conhecido, num processo que divida cada uma das

dificuldades em tantas partes quantas sejam possíveis e necessárias, para melhor resolvê-las.

Do terceiro preceito, Anastácio destaca a dedução, que, segundo ela, supõe reconstruir, a partir do simples, aquilo que é mais complexo.

No intuito de garantir a verificação das etapas do processo de dedução e chegar à conclusão almejada, necessárias se fazem, neste enfoque, a demonstração e a enumeração dos elementos necessários à resolução da questão, constituindo, assim, o quarto e último preceito.

Importante ressaltar, aqui, que a autora, nessa obra, busca mostrar e examinar o modo como o pensamento científico e o pensamento matemático se relacionam, focando a racionalidade cartesiana no surgimento da ciência moderna.

Pelo exposto, nos impressiona o fato de que o racionalismo de Descartes é uma forma de encontrar um fundamento para o saber, sem recurso à sensibilidade, embora essa postura seja amenizada, pelo menos ao nosso olhar, na ênfase que Descartes atribui ao sujeito, tendo-o como ponto de certeza, ou seja, uma tendência idealista que busca valorizar a atividade do sujeito pensante sobre o objeto pensado, ainda que devamos colocar os nossos conhecimentos em dúvida.

1.2 Empirismo: o saber como instrumento de dominação da natureza.

Ao admitir a experiência como principal procedência do conhecimento, Francis Bacon (1561 – 1626) a consagra e a defende como fonte original da cognição. Preocupado com a utilização dos conhecimentos científicos na vida prática, inaugura o método indutivo de investigação científica e nos alerta em “saber é poder”⁴, da possibilidade de controle da realidade.

Bacon destaca a necessidade de observação criteriosa dos fenômenos, e, neste ponto critica os antigos pela falta de rigor e critérios, e chama atenção, através da sua obra *Novum Organum*, para que o cientista se libertasse daquilo que ele denominava “ídolos”, que seriam as falsas noções de realidade, preconceitos e opiniões cristalizados que, na sua teoria, impedem o conhecimento da verdade.

Esses “ídolos” , que bloqueiam a mente humana e provocam insucessos da ciência, foram, por ele, categorizados em : ídolos da tribo, ídolos da caverna, ídolos do mercado (ou do foro) e ídolos do teatro.

Em: ***Os ídolos da tribo***, Bacon faz referência às imperfeições do intelecto que levam os homens a acreditar ingenuamente nos dados dos sentidos ou em aspectos da realidade que lhes são convenientes.

Em: ***Os ídolos da caverna*** faz alusão, à predisposição do intelecto de cada indivíduo. A verdadeira realidade abarcada pelo mundo particular. É a individualidade que cada humano desponha, seja por mérito pessoal ou social.

A comunicação entre os homens também é problemática. É o que diz Bacon na crítica aos Ídolos do Foro (ou do mercado). Aponta o valor conotativo da palavra e os prejuízos decorrentes de seu mau emprego.

Bacon expõe, em ***os ídolos do teatro*** a possibilidade das doutrinas filosóficas serem tidas como invenções teatrais, invenções especulativas, fábulas, ficção.

O método indutivo de investigação, para Bacon, seria o melhor combate aos erros provocados pelos ídolos. Apresenta, assim, o conhecimento científico como o resultado de um método de investigação capaz de conciliar as etapas por ele instituídas, que compreendem: observação dos fenômenos, elaboração racional das hipóteses, e a experimentação repetida, com o intuito de comprovar a hipótese desencadeadora do processo.

2.CONTEMPORANEIDADE: O conhecimento em termos de existência e vivência.

2.1 POSITIVISMO: a idéia de ordem – “VER PARA PREVER ”

Guiado pela técnica e pela ciência que se manifestam a partir da segunda metade do século XIX, o positivismo reflete, no plano filosófico, o entusiasmo capitalista que é sustentado pelo desenvolvimento industrial, provocando um estado de otimismo no quadro social.

A exaltação diante desse novo saber e novo poder leva à concepção do cientificismo, segundo o qual a ciência é considerada o único conhecimento possível e o método

das ciências da natureza o único válido, devendo, portanto, ser estendido a todos os campos da indagação e atividades humanas.(Chauí, 2001, p. 116, grifo nosso).

É a crença no progresso tecnológico que impulsiona o francês a fundamentar a filosofia positivista visando tornar o homem consciente de seu destino histórico, comprometendo-se com o apelo tecnocientífico do mundo moderno.

Para Augusto Comte (1798 – 1857, a filosofia não deve ser uma doutrina no sentido tradicional, isto é, não deve apresentar um corpo próprio de saber. deve conter muito mais um sentido e uma orientação, e atuar como coordenadora do sistema geral de conhecimento. Este já se encontra, nas suas grandes linhas, constituído, presente diante de nós como fato inquestionável, positivamente, dado a partir do desenvolvimento real das ciências exatas e naturais. A filosofia, portanto, não tem de se ocupar da reinvenção do saber, mas sim de sua classificação e ordenação. Por isso, a filosofia positiva possui um teor enciclopédico não no sentido do conteúdo do saber, mas de sua organização e hierarquização. Nessa contexto, a filosofia se submete ao quadro do saber consolidado, àquele que, por seus métodos e resultados, triunfou ao longo de séculos de desenvolvimento científico.⁵

Comte reduz a filosofia a simples sistematização de conhecimentos, a mera classificação das ciências. Assim, da Matemática, passando pela Astronomia, Física, Química e a Biologia, coloca a Sociologia⁶, que a concebe como uma física social. O saber possui uma índole social, face à organização que se dá em vista do homem, ganhando significado histórico e

⁵ História da filosofia, Col. Os Pensadores, p.397

⁶ Comte criou o termo sociologia, utilizando-o num sentido amplo, compreendendo os estudos da Psicologia, Ética, Direito, Economia, etc. (Cotrim,1990,p.182)

Alguns autores afirmam que a criação da disciplina sociologia, na verdade, se deve a Saint-Simon.

antropológico. A ordem metodológica não é apenas individual, mas coletiva, o que faz a filosofia positiva tornar-se o fundamento intelectual da vida em sociedade

Entendemos a Sociologia Comteana como física social na medida em que a mesma abarca duas tendências sociais: a estática social revelada pelo conceito de ordem, e a dinâmica social representada pelo conceito de progresso, ficando a ordem responsável em estudar os elementos permanentes de toda sociedade, como, por exemplo, a família, a linguagem, o direito, o governo, a religião, etc., enquanto a dinâmica estudaria as leis do desenvolvimento progressivo da sociedade.⁷ “Uma das idéias básicas de Comte é que a dinâmica social está subordinada à estática, na medida em que o progresso deve originar-se da ordem para aperfeiçoar os elementos sociais permanentes” (Cotrim, 1990, p.83).

Embora a teoria positivista se aproxima da empiricista no que diz respeito às observações dos fatos reais, do certo e do indubitável, essa posição epistemológica foge ao empirismo, pelo fato de não reduzir o conhecimento à expressão exclusiva de fatos isolados; elabora leis gerais onde reside o grande ideal das ciências.

São essas leis que tornam o homem capaz de prever os fenômenos naturais, podendo agir sobre a realidade, caracterizando o “VER PARA PREVER”, lema da ciência positiva.

2.2 – A Filosofia no Final do Século XIX

O final do século XIX é marcado por uma espécie de renovação filosófica a que alguns autores chamam de filosofia analítica, destacando, principalmente, o inglês Bertrand Russell, o alemão Frege e o austríaco Wittgstein.

Vive-se uma era de proliferação das linguagens: a psicanálise atua na interpretação da linguagem do inconsciente; a física deixa de ter o caráter da *physis* na concepção grega e passa a ser, cada vez mais, uma construção

⁷ O positivismo, no Brasil, exerceu grande influência sobre os principais líderes republicanos, entre eles, Benjamin Constant, responsável pela divisa “ORDEM E PROGRESSO” (ideal Comteano) inscrita na bandeira do Brasil.

formal, e, nem mesmo o pensamento escapa do revestimento da linguagem. Seriam, talvez, tentativas de fazer coincidir a linguagem e o real.

A abertura do século XX se dá com uma espécie de retorno aos problemas tradicionais da filosofia, não no sentido do rigor da ordem clássica, ou mesmo na hierarquia positivista, pois se percebe um enfraquecimento das pretensões às verdades eternas. O que ocorre, aí, é que a filosofia aparece mais atenta à complexidade do mundo, onde a existência humana é admitida como ponto de partida e objeto de análise. A razão entra em crise com obras como as de Nietzsche e Kierkegaard, além do advento da psicanálise freudiana.

Nietzsche não vê o conhecimento como explicação da realidade, destruindo a noção de identidade entre sujeito e objeto. O real deixa de ser racional. Para ele, o conhecimento está imerso na interpretação, na atribuição de sentidos.

Kierkegaard torna-se o pensador da subjetividade, ao admitir que o saber não é um bem absoluto; é na subjetividade que reside a verdade, desvelando o existencialismo.

Edmund Husserl (1859 – 1938), influenciado por Franz Brentano, entra neste terreno da filosofia, ao qual atribui o nome de fenomenologia, apontando para um modo de investigação que dá origem ao existencialismo contemporâneo.

“O mundo fenomenológico não é a explicitação de um ser prévio, mas a função do ser; a filosofia não é o reflexo de uma verdade prévia, mas, sim, como a arte, é a realização de uma verdade. Perguntar-se-á como essa realização é *possível* e se ela não reencontra nas coisas uma Razão preexistente. Mas o único *Logos* que preexiste é o próprio mundo, e a filosofia que o faz passar à existência manifesta não começa por ser possível: ela é atual ou real, assim como o mundo, do qual ela faz parte, e nenhuma hipótese explicativa é mais clara do que o

próprio ato pelo qual nós retomamos este mundo inacabado para tentar totalizá-lo e pensá-lo”.

(Merleau – Ponty. Prefácio à Fenomenologia da Percepção).

3. Fenomenologia: A Filosofia que cuida⁸ das essências.

Segundo Bicudo⁹, a fenomenologia surgiu e cresceu com Edmund Husserl. A autora mostra, ainda, que tanto com ele quanto os outros pensadores fenomenólogos, como Heidegger, Merleau-Ponty, Gadamer e Ricoeur, o pensar fenomenológico tem se desenvolvido gradualmente e tem-se transformado de maneira contínua, conforme o tema interrogado e o pesquisador que interroga.

Merleau – Ponty reconhece, em *“Fenomenologia da Percepção”*, a presença de Hegel na origem da fenomenologia, por *“inaugurar a tentativa de explorar o irracional, propondo uma razão ampliada, mais compreensiva que o entendimento e o respeito ao individual e ao contingente”*. (Zuben, 1984, p.2).

No prefácio à *“Fenomenologia da Percepção”*, Merleau – Ponty a descreve como o estudo das essências. O autor a concebe como uma filosofia que repõe as essências na existência. Admite o mundo pré-existente à reflexão. “É a tentativa de uma descrição direta de nossa experiência tal como ela é, e sem nenhuma deferência à sua gênese psicológica e às explicações causais que o cientista, o historiador ou o sociólogo dela possam fornecer”.¹⁰

Não se trata de uma doutrina filosófica. Bicudo a admite como um novo método que surge, destinado a fundamentar tanto a filosofia quanto as ciências, opondo-se de modo direto ao positivismo.

O que há de comum entre as duas tendências, segundo a autora, é o pensar a realidade de modo rigoroso. Ocorre, porém, que o rigor fenomenológico é caracterizado não no ser ou no procurar esse pensar, “...mas o modo pelo qual age para perseguir essa meta”.

Destacam-se, nesse pensar, os procedimentos, que são inseparáveis do fenômeno interrogado, e, portanto, do pesquisador. *“Neles estão presentes a busca do rigor e algumas concepções que dizem da interpretação do mundo, como;*

⁸ No sentido ampliado de “ocupar-se” delas, segundo Heidegger, M. (Ser e Tempo, parte I, Vozes, 1999, Petrópolis).

⁹ Bicudo, M.A .V, 1994, p.16

¹⁰ Merleau – Ponty, 1996, p.2

fenômeno, realidade, consciência, essência, verdade, experiência, a priori, categoria, intersubjetividade". (Bicudo, 1994, p.16).

Nota-se, portanto, que na investigação e descrição fenomenológicas esses termos surgem, naturalmente, e, portanto, necessário se faz recorrer ao léxico, não no sentido de inserir um "glossário" neste trabalho, mas, sim, como Bicudo os trata em sua essência semântica, visando a uma leitura mais compreensível dos argumentos abarcados por esse campo de estudo.

Assim, segundo a autora:¹¹

Fenômeno é a palavra que diz da fenomenologia. Compreendendo e interpretando seu sentido e significado, o mundo da fenomenologia se mostra. Fenômeno vem da palavra grega - *faínomenon* – que deriva do verbo *faínestai* – e significa o que se mostra, o que se manifesta para uma consciência.

Consciência, na fenomenologia, é intencionalidade, é o estar voltado para... atentivamente.

Conforme Merleau-Ponty, devemos "reconhecer a própria consciência como projeto do mundo, destinada a um mundo que ele não abarca nem possui, mas em direção ao qual ela não cessa de se dirigir". (Prefácio, p.15).

Intencionalidade, para Merleau-Ponty, é uma relação dialética onde surge o sentido: "Porque estamos no mundo, estamos condenados ao sentido, e não podemos fazer nada nem dizer nada que não adquira um nome na história".

Nota-se, aí, que intencionalidade reconhece a consciência num estar aberto a ..., é disposição ao outro. Nota-se, ainda, a preocupação do autor com a historicidade humana. Para ele, as questões que o homem se põe, por serem interiores à sua existência, abrangem seu espírito, seu corpo e, ainda, a sua história.

Verificamos, também, em Bicudo (1999, p.18)¹², que a característica peculiar da intencionalidade é a essência da consciência, e vem do verbo latino *intendo, tendi, tentum, ere*, que significa "tender em uma direção, estender, tender para, abrir, tornar atento, aumentar, sustentar, dar intensidade, afirmar com força".¹³

No Prefácio, Merleau-Ponty aponta que Husserl distingue a intencionalidade de ato (a de nossos juízos e nossas tomadas de posição voluntárias), estritamente e

¹¹ cf. BICUDO, M.AV. ,1994, p.17.

¹² BICUDO, et. Al, Fenomenologia: Uma visão Abrangente da Educação, Olho D'água, SP, 1999),

¹³ Apud, GAFFIOT, F. Dictionnaire Latim / Français.

a única falada pela Crítica da Razão Pura¹⁴, e a intencionalidade operante (aquela que forma a unidade natural e antepredicativa do mundo e de nossa vida, que aparece em nossos desejos, nossas avaliações, nossa paisagem, mais claramente do que no conhecimento objetivo.

Compreende-se, nesta visão ampliada acerca da intencionalidade, distintas as concepções no âmbito fenomenológico e da intelecção¹⁵ clássica.

Retornando aos termos delineados por Bicudo, encontramos:

Realidade, não é tida como algo objetivo e passível de ser explicado em termos de um conhecimento que privilegia explicações da mesma em termos de causa e efeito... A realidade é o compreendido, o interpretado e o comunicado. É, portanto, perspectival, não havendo uma única realidade, mas tantas quantas forem suas interpretações e comunicações.

Há, todavia, críticos e opositores que têm questionado esse modo de conceber a realidade, considerando, inclusive, a fenomenologia como sustentada em um psicologismo, colocando suas “verdades” como subjetivas e relativas. Bicudo, no entanto, aponta pelo menos dois pontos importantes no pensar fenomenológico que afastam essa crítica; os que dizem respeito à própria concepção de fenômeno, do que é percebido.¹⁶

Perceber o fenômeno solicita um ver e uma consciência atenta que o veja, estabelecendo-se a esfera da intersubjetividade¹⁷, onde há uma co-participação de sujeitos em experiências vividas em comum, num partilhar compreensões, interpretações, comunicações.

Esse “solicita um ver e uma consciência atenta que o veja” ,constitui o solo fértil do “ir-às-coisas-mesmas”, exige o livrar-se de pré-conceitos estabelecedores do que é para ser visto. “O ir-à-coisa-mesma ou ir à experiência vivida e compartilhada estabelecem uma esfera de intersubjetividade, não permitindo que a *verdade*, tal

¹⁴Kant colocou a própria razão sob julgamento. A transcendência, proposta por Kant, inverte a questão tradicional da metafísica: em vez de procurar conhecer as coisas, é preciso examinar antes o próprio conhecimento e suas possibilidades, tratando de analisar o sujeito na sua pureza, isto é, sem acréscimos. O que é posterior – “ a posteriori” – ao sujeito é experiência sensível (ou empírica), e, por isso, a investigação transcendental deve examinar o sujeito puro, a priori, isto é, anterior a toda e qualquer experiência. (História da Filosofia, Col. OS PENSADORES).

¹⁵ Termo utilizado por Zeuben, N. A . V, Moraes, SP., 1984, p. 9 .

¹⁶ Cf. Bicudo, UNIMEP, SP, 1994, p.18.

¹⁷ Idem; Ibidem, p.19.

como concebida pela fenomenologia, seja tão somente psicológica, subjetiva e relativa” (Bicudo, 1994, p.20).

Experiência ; diferente do experimentalismo empírico e informativo, na fenomenologia é tida como experiência vivida, importando, aí, a práxis, enquanto agir e fazer, de modo criativo e crítico.

A priori : no discurso fenomenológico, este termo assume significados que não são aqueles atribuídos por Platão ou por Kant. Para estes, *a priori* diz respeito a algo que existe separado do mundo sensível, de modo perfeito (visão Platônica) e, ainda, refere-se ao formal, anterior a qualquer experiência, organizando-a (visão Kantiana).

Bicudo assinala que Husserl fala do *a priori* enquanto histórico, interpretando-o em termos das experiências vividas pelo sujeito no mundo-vida. As experiências vividas, assim, constituem o conhecimento prévio, no qual a interrogação sobre o fenômeno é formulada e a pesquisa iniciada, ou seja, uma trajetória que vai na direção do conhecimento pré-reflexivo para o reflexivo.

Categorias - é, também, outro termo falado por Husserl, carregado, portanto, de significado na fenomenologia. Não é o significado aristotélico, onde categorias são entendidas como determinação do Ser do ente. Husserl as considera como grandes regiões de generalidades compreendidas e interpretadas no âmbito estudado.

Merleau – Ponty retoma à ordem de Husserl quanto à descrição, despidendo-se de explicações e análises desaprovando a ciência que, na sua perspectiva, é uma determinação ou uma visão do mundo percebido. “*Tudo aquilo que sei do mundo, mesmo por ciência, eu o sei a partir de uma visão minha ou de uma experiência do mundo sem a qual os símbolos da ciência não poderiam dizer nada*”. (Merleau – Ponty, 1996, p.3).

Detoni & Paulo¹⁸ contribuem ao declararem que “Esse descrever, porém, exige do pesquisador um olhar atento para as coisas do mundo, na busca do sentido daquilo que a ele se manifesta, recusando determinações e pressupostos teóricos explicativos”.

Trata-se de um apelo à compreensão de que existe um mundo anterior ao momento a partir do qual eu existo, onde toda determinação científica é abstrata, significativa e dependente, como a geografia em relação à paisagem. Merleau-Ponty

¹⁸ In: Fenomenologia, Confrontos e avanços,

propõe retornar às coisas mesmas, possibilitando um retorno a este mundo anterior ao conhecimento do qual o conhecimento sempre fala.¹⁹

Somos alertados, ainda, de que este movimento de retorno difere do retorno idealista à consciência, e o que mantém esta adversidade é a exigência de uma descrição pura, que faz abolir análises reflexivas e justificações científicas.

O cerne do pensar fenomenológico reside, portanto, na ligação entre o sujeito e a consciência, o que não surge na filosofia cartesiana e kantiana. Essa ligação nos mostra que, antes de tudo, o sujeito é consciente, inexistindo um momento em que ocorra a tomada de consciência.

Revela-se, nesse âmbito, a fenomenologia, a partir de Husserl, como a busca de entendimento dos fundamentos do saber através dos conteúdos da consciência, justificando existência ou exigência de um método, dentro de padrões rigorosos.²⁰

Husserl, ao descrever a consciência como fonte de nossa experiência perceptiva, recoloca a filosofia no eixo do mundo-vida, onde ocorrem nossas experiências imediatas o que ele chama de grau zero de nossa experiência, atribuindo à temporalidade a constituição, para nós, do mundo de objetos.

Nesta visão, o fenômeno do conhecimento mostra-se, numa primeira abordagem, como constituído das representações e dos conceitos que formamos acerca do mundo. O conhecimento científico surge, aí, como um aprimoramento daquilo que já foi ordenado pelas impressões advindas pela percepção dos sentidos.

Admitindo a consciência como palco onde o objeto se manifesta, Husserl insere o enfoque transcendental na postura fenomenológica, uma vez que este se ocupa, em primeiro lugar, do nosso modo de conhecer as coisas e não das próprias coisas.

Quando se fala em *enfoque transcendental*, podemos resgatar o pensamento de Kant que, embora pareça não divergir muito das reflexões racionalistas e empiristas, aborda a questão da fundamentação do saber de modo diferente, na tentativa de estabelecer uma ponte entre essas duas correntes. É a preocupação quanto à possibilidade do conhecimento e não apenas com a sua validade, o que o provoca denominar transcendental todo conhecimento que em geral se ocupa não tanto com objetos, mas com o nosso modo de conhecer os objetos.

¹⁹ Cf. Merleau-Ponty, Prefácio à Fenomenologia da Percepção, Martins Fontes, SP, 1996, p.1.

²⁰ o que não significa, neste caso, rigidez.

Na fenomenologia, transcendência tem como sentido “ uma percepção retrospectiva do vivido, de modo que haja evidência dos atos geradores do *noema*”²¹

A transcendência justifica, assim, que a fenomenologia não é uma ciência como a natural e humana e, portanto, não procede de modo ingênuo com respeito ao seu ponto de partida e à aceitação das suas afirmações justificadas no empiricamente comprovado.²² Examina, sim, todas as afirmações de modo a justificá-las plenamente mediante a redução transcendental.

Pela redução, afirma Bicudo, os atos da consciência expõem-se, ou seja, toma-se ciência deles de modo que, pela reflexão, seu componente, são explicitadas as raízes cognitivas das próprias afirmações.

Coelho²³ admite a expressão “redução fenomenológica” e expõe que esta “...não nega a existência do mundo, as ciências da natureza e do espírito e seus conhecimentos, não as submete à dúvida, não transforma tudo isso numa conjectura e não é incompatível com a certeza. Todas essas realidades, próprias da atitude natural, continuam aí”.(Pg.65).

O autor dá relevo à redução fenomenológica adotada por Husserl, que converge a uma “evidência apodídica, livre dos preconceitos do senso comum, do objetivismo científico e dos raciocínios *a priori*, a um conhecimento que a ciência moderna não consegue atingir por entender o mundo e o homem sobretudo a partir das relações de causa e efeito”.²⁴

Bell, citado por Bicudo, encontra nos estudos que faz sobre Husserl, os sinônimos utilizados em suas obras, e indica que o procedimento da redução transcendental é trabalhado e tratado de modo diferente conforme a época e, em uma mesma obra, com nomes diversos. Usa “redução”, “redução fenomenológica”, “redução transcendental” e *epoché*.²⁵

Cabe ressaltar, também, que nas suas idéias fundamentais, Husserl preocupou-se em eliminar a confusão entre psicologia e fenomenologia.

²¹ Produto dos atos vivenciais – Bicudo, 1999, p.200

²² Cf. Bicudo, 1999, p.22.

²³ Coelho, I.M., In: *Fenomenologia: Uma visão abrangente da Educação, Olho D'Água, SP, 1999.*

²⁴ Idem; Ibidem, p.65.

²⁵ Cf. Bicudo, 1999, p.22).

A psicologia, disse, é uma ciência de dados de fato; os fenômenos que ela considera são acontecimentos reais e eles se inserem ao mesmo tempo em que os sujeitos a que pertencem no mundo espaço-temporal. Pelo contrário, a Fenomenologia (que ele chama de “pura” ou “transcendental”) é uma ciência de essências (portanto, “eidética”) e não de dados de fato...) ²⁶.

Chauí faz uma referência mais abrangente, aclarando que, segundo Husserl, a fenomenologia está encarregada, entre outras, de três tarefas principais: separar psicologia e filosofia, manter o privilégio do sujeito do conhecimento ou consciência reflexiva diante dos objetos e ampliar / renovar o conceito de fenômeno.

A necessidade de separar psicologia e filosofia surge devido ao fato de que, no final do século XIX e no início do século XX, muitos pensadores puseram a psicologia no lugar da teoria do conhecimento e da lógica e, portanto, da Filosofia.

A ciência positiva do psiquismo, nas considerações recebidas por esses pensadores, ‘ seria suficiente para explicar as causas das formas de conhecimento e das demonstrações, sem necessidade de investigações filosóficas”. (Chauí, 2001, p.236).

Nessa época, Viena começou a ser um grande foco de progresso científico na Europa. Franz Brentano introduz o elemento empírico que, mais tarde, dominou a Universidade de Viena ²⁷ nos movimentos neopositivistas. ²⁸A obra de Brentano,

²⁶ Abbagnano, Apud. Cotrim, 1990, p.213).

²⁷ O positivismo lógico, também conhecido como empirismo lógico - um movimento filosófico constituído a partir da tradição empirista vienense da segunda metade do século XIX – desaprovou a filosofia oficial e apresentou outra, de orientação lógico-científica e antimetafísica , reunindo nomes como Hans Hahn, Philipp Frank, Otto Neurath, Moritz Schlick e Rudolf Carnap , que constituíram um grupo conhecido como Círculo de Viena.

O positivismo lógico surge, assim, do questionamento que se impôs à filosofia diante dos sucessos científicos na física, na lógica e na matemática. A filosofia transcendental de Kant – considerada a doutrina mais importante sobre os fundamentos da ciência -, já contestada pelo logicismo de Frege, Russell e Whitehead, sofreu um duro golpe com a teoria da relatividade de Einstein, a qual incorporou uma geometria não – euclidiana (os exemplos Kantianos mais típicos de conhecimento sintético *a priori* eram as verdades da aritmética e da geometria euclidianas).

O grupo negava ao trabalho filosófico o poder de construir teorias que exprimissem um conhecimento mais aprofundado ou elevado do que o das ciências particulares. A filosofia devia limitar-se a esclarecer logicamente problemas e enunciados.

O rigor científico fez com que o Círculo de Viena ganhasse notoriedade. Porém, começou a se dissolver com a ascensão do nazismo . Depois que a Alemanha anexou a Áustria, em 1938, as reuniões científicas interromperam-se e o positivismo lógico desintegrou-se como movimento

conforme Greuel (1996), se compõe de trabalhos puramente filosóficos e outros nos quais apresenta as suas investigações psicológicas. Os seus trabalhos voltados aos temas psicológicos são decisivos em sua obra e para o desenvolvimento da fenomenologia, visto que acreditava poder assentar a filosofia enquanto gnoseologia, empiricamente na psicologia como ciência dos fenômenos psíquicos.

Husserl, porém, diz que a psicologia não pode oferecer os fundamentos e explicações dos estudos acerca dos fatos observáveis, pois esses cabem à Filosofia. A Filosofia não explica fatos mentais e de comportamento, mas descreve as essências da vida física e psíquica.

Ao privilegiar o sujeito do conhecimento, Husserl afirma que as essências descritas pela Filosofia são produzidas pela consciência. E a consciência de que fala o filósofo não é aquela de que fala o psicólogo. Para o psicólogo, consciência é o nome dado a um conjunto de fatos externos e internos observáveis, explicados casualmente.

3.1 A Fenomenologia no âmbito da Educação Escolar

A fenomenologia é apropriada à educação? É possível haver contribuição nesse sentido? De que modo? Que postura se admite nesse modo de olhar a educação/

Essas questões são elencadas e apreciadas por Bicudo, sendo amplamente abordadas por ocasião do encontro “Formação de Educadores”, na Pontifícia Católica de São Paulo, realizado em 1997 pela Sociedade de Estudos e Pesquisa qualitativos.²⁹

A autora entende e toma a educação como um tema de estudo e, ao mesmo tempo, como o pro-jeto humano³⁰ que abrange ações, escolhas, análises, reflexões e processos de ensino e de aprendizagem.

Nota-se a apropriação da fenomenologia à educação justamente por não trazer consigo a imposição de uma verdade teórica ou ideológica preestabelecida, expõe Bicudo, mas trabalha no real vivido, donde busca a compreensão do que somos e que fazemos, no âmbito individual e todos em conjunto. Busca, ainda, o

filosófico. Foi, a partir de então, absorvido por correntes empiristas contemporâneas. (História da Filosofia – Col. OS PENSADORES , P.428)

²⁸ Cf. Greuel, M. da V, 1996, p.11

²⁹ A partir deste encontro foi elaborada a obra; *Fenomenologia: uma visão abrangente da educação*.

³⁰ É o que lança à frente as possibilidades do humano atualizar-se na dimensão do tempo vivido” (Bicudo, 1999,p.11)

sentido e o significado mundanos das teorias e das ideologias e das expressões culturais e históricas.

Revela-se, aí, a postura assumida ao trabalhar fenomenologicamente no âmbito escolar; “ ... a postura é a de buscar pelo sentido e pelo significado do que se faz e do que se escolhe”. (Bicudo, 1999, p.13.).

Quando se menciona “*a busca pelo sentido e pela atribuição de significados.*”, localizamos o núcleo da contribuição da fenomenologia à educação:

Como procedimento didático-pedagógico, ela contribui na medida em que o seu fazer é caracterizado pela busca do sentido e pela atribuição de significados, tornando-se um excelente modo de trabalho na realidade escolar. Trabalha com o real tal como ele é vivido no cotidiano, o que significa que não parte de proposições lógicas ou de teorizações sobre o aluno, a escola, a atividade docente e a aprendizagem mas toma alunos e professores no modo como estão numa escola específica.

Bicudo expõe em que e como consideramos a fenomenologia como uma abordagem importante para a educação. Considera três vertentes: Uma se refere à concepção de realidade e conhecimento e como aparecem na prática pedagógica. Outra diz respeito aos procedimentos de investigações de temas educacionais e uma terceira que é relativa à práxis educacional.

No primeiro momento enfoca a primeira vertente, destacando o modo pelo qual a educação é compreendida e praticada segundo as atitudes natural e fenomenológica.

Na atitude natural, segundo a autora, a educação é tida como um produto do processo, em que essa meta é traduzida em fins e objetivos educacionais, operacionalizados em atividades que seguem programações definidas, interligadas entre si.

A educação é tratada, aí, como um objeto natural passível de ser conhecido mediante as representações manifestas por signos e por sinais. Esse objeto é

decomposto em partes, os processos de sua constituição são detalhados , suas fases detectadas.

Aluno e professor são sujeitos, vistos como objetos naturais, parte do mundo físico. Daí a aprendizagem e o ensino também são tidos como objetos naturais, passíveis de serem decompostos em partes.

A linguagem, também entendida como objeto natural, é portadora de significados social e culturalmente construídos, intermediando as relações de caráter afetivo, cognitivo e psico-social que estabelecem o desempenho de papéis sociais determinantes do Eu (aluno) e do Outro (professor).

Considera, ainda, Bicudo, que a avaliação da aprendizagem torna-se um componente importante do processo por permitir julgar o que foi aprendido em relação ao que foi ensinado. É, na visão da autora, uma maneira de comparar o subjetivo e o objetivo. Aponta, também, que “verdade” é compreendida como adequação entre objetivo e subjetivo, ou seja; adequação entre o juízo emitido e aquilo a que o juízo emitido se refere.

Em termos de educação, declara Bicudo:

...essa postura leva a embasar a prática pedagógica na interligação do objetivo com o subjetivo, dando ênfase aos aspectos cognitivos que geram os conceitos e às relações interpessoais que põem um sujeito em contato com o outro. Ao fazer isso, essa prática se apóia em teorias sobre subjetividade, aprendizagem, linguagem, relações interpessoais e organização social. Os conteúdos programáticos das disciplinas e constantes da grade curricular são trabalhados como realidades naturais que têm existência em si e fora da esfera subjetiva do aluno. (p.45)

Verifica-se que esta concepção epistemológica vê o conhecimento como um reflexo da realidade externa, uma aquisição que se toma posse através de uma transmissão praticamente mecânica do que se entende como saber.

A relação pedagógica, neste âmbito, estabelece uma correspondência de captação e manipulação, criando hábitos de adequação, onde, quem “adquire” o

conhecimento se torna dono de representações equivalentes à realidade, e essa posse o torna pronto para aplicar e repassar os saberes a outros.

Na atitude fenomenológica, prossegue a autora, uma vez entendida a educação como cuidado com o *pro-jeto* humano em suas possibilidades de ser mundano e temporal, coloca-se em suspenso o campo universal das experiências vividas: o mundo-vida. E no mundo-vida escolar estão alunos, professores, objetos culturais, a própria escola, instituição secular que é histórica e cujo significado tem sido construído no tempo culturalmente.³¹

Revela-se, desse modo, que a fenomenologia, ao trabalhar o *pro-jeto* educacional, busca o sentido do que se apresenta a cada aluno, cada professor e demais presentes a essa comunidade.

Na compreensão existencial, cada aluno é um Ego, um pólo de intencionalidade, um ponto-zero a partir do qual a perspectiva do mundo é traçada³², é um corpo-encarnado que é movimento, desejo, comunicação e também é compreensão do outro que faz sentido ao estar com ele no mundo-vida.

Bicudo aborda o cotidiano escolar onde o sentido do objeto ideal “escola” se dá nas atividades próprias desse mundo “onde se trabalha, se ensina, se aprende, se deseja, se quer, se repudia. Onde a idealidade das objetos ideais permeia os conteúdos programáticos, sendo veiculada pela linguagem falada, pela de imagens e sons, de gestos e escrita.”(Bicudo,1999, p.47).

Destaca, nesse fazer educacional, principalmente a concepção de realidade:

...uma didática fenomenológica considera o mundo em sua concretude e as experiências aí vivenciadas. Trabalha com a percepção, explorando os modos pelos quais o fenômeno se mostra a cada aluno, ao professor e aos demais presentes à situação de ensino e de aprendizagem. Considera os modos pelos quais cada um vê o mundo, a partir do ponto zero, dado pelo seu corpo-próprio e pela sua cultura.³³

³¹ Cf. Bicudo, 1999, p. 46

³² Idem; ibidem, p.29

³³ Idem; ibidem, p. 47

Entendemos que, enfatizando a percepção na atitude pedagógica, são colocados em relevo o momento presente e o horizonte temporal, podendo emergir, assim, atenção ao passado, ao futuro e às vivências experienciadas por aluno e professor, “isto é, que se percebam sentindo, raciocinando, lembrando, falando do percebido, movendo-se, enfim, agindo” (Bicudo, 1999, p.47)

O sentido do mundo-vida para cada sujeito emerge nesse tecer o cotidiano escolar; é cada sujeito sentir-se presente, existente, co-participe do projeto, da cotidianidade, da construção dos significados cultural e histórico.

O núcleo desse procedimento é nutrido pelo ato de refletir, ou seja, “de voltar sobre as experiências vividas e tomar ciência da trajetória e de si mesmo vivenciando a experiência de si e do outro” (p. 48).

Isso possibilita ao aluno vivenciar o mundo como algo que lhe trás sentido, e que interroga esse mesmo sentido, a si e ao mundo.

A avaliação na perspectiva fenomenológica, elucidada por Bicudo, se fundamenta na reflexão, entendendo como o ato de voltar-se sobre as ações realizadas pelo Ego e pelo par Eu – Outro. Abrange, assim, o aspecto qualitativo, que considera a análise das atividades e a da realização dessas atividades pelos sujeitos presentes à realidade em que estas se dão, que se tomam a si e aos outros como executores e como estando cientes da própria ação.

O produto da avaliação, nesse proceder, é considerado o processo em que o sentido e a significação do realizado se dão, tendendo a emitir, numa linguagem proposicional, um juízo de valor que favorece o projeto educacional seguir sua trajetória de possibilidades, do humano ser na temporalidade do mundo-horizonte.

Acreditamos, assim, nas atitudes no âmbito fenomenológico, como possibilidades de resgatar o papel existencial da cognição humana.

4. Considerações Finais

“De modo geral, toda intenção de compreensão é como um olhar dirigido a uma estrela: buscamos por ela, orientamo-nos por ela, mas não podemos efetivamente tocá-la, alcançá-la com as mãos”.(Machado,2000).

De que modo a construção do conhecimento é tratada no âmbito fenomenológico? E a realidade humana, como é vista neste modo de investigação?

Na apresentação da obra: *FENOMENOLOGIA – Confrontos e avanços*³⁴, Machado³⁵ nos alerta da necessidade de um real esforço para compreender o real, uma sincera abertura para enfrentar os desafios de mares turbulentos, poucas vezes navegados.

Exige, sim, segundo o autor, que nos libertemos do âmbito das estritas pressuposições cartesianas de decomposição e encadeamento de tarefas, de separação nítida entre as dimensões cognitivas e afetivas presentes em cada ser humano, incorporando todas as formas de percepção, todas as formas de experiências vividas. É um arriscar-se em trilhas construídas de idéias nem sempre tão “claras e distintas”, como pretendia Descartes, continua o autor, mas impregnadas de realidade, como sói acontecer no terreno da fenomenologia.

Embora a obra tenha como focos principais “ A construção do conhecimento geométrico que tem como primado a percepção” e “A pesquisa qualitativa fenomenológica à procura de procedimentos rigorosos”, o sentido da construção do conhecimento é abordado de um modo geral, e logo no prefácio provoca um pensamento voltado à compreensão de que a construção do conhecimento não prescinde da construção da realidade.

Falar somente em construção do conhecimento não é suficiente. Declara Bicudo. Importante, assim, é perguntar: “Como Se Conhece?”

Das experiências – aqui , no sentido de vivência, tempo vivido – Bicudo articula sobre a construção do conhecimento e compreensão da realidade, e nos fala: “ ambas são entendidas como criadas / construídas. “São compreendidas como um mesmo movimento no qual o mundo faz sentido para a pessoa, onde sempre se dá a atribuição de significados e onde se participa da construção da realidade mundana, que tem a ver com a materialidade histórica” .

Há, neste propósito, a intenção de revelar a construção do conhecimento e construção da realidade como núcleos de uma trama, uma rede tecida, mundo em que a vivência se dá.

Adverte-nos, a autora, da vacância de significação com que a expressão “construção do conhecimento” aparece ao tornar-se corriqueira, reduzida a uma idéia difusa de que há noções e conceitos que não são tidos como inatos, os quais

³⁴ O livro foi originado de uma investigação rigorosa conduzida por Maria Aparecida Viggiani Bicudo, e efetuada por uma equipe de pesquisadores participantes do grupo de pesquisa por ela coordenado.

³⁵ Machado, N.J - In: Bicudo, Fenomenologia – Confrontos e avanços, Cortez, 2000, SP.

vão sendo edificados durante a vida da pessoa, propiciando-a entender tal expressão como uma espécie de intercâmbio com o meio.

Não é destituída a possibilidade de compreender a construção do conhecimento nesse modo de entender. Porém, nos é chamada a atenção para o fato de que essa generalidade encobre muitos outros significados importantes para o tema.

Esta afirmação não desabona a concepção de que o conhecimento não seja inato, e sim edificado ao longo da vida. O problema reside no que se entende e se divulga por construção.

A psicologia genética de Jean Piaget, nutrida e fortificada por pressupostos biológicos, atribui ao conhecimento um status de algo construído, uma relação dinâmica na qual sujeito e objeto são intrinsecamente dependentes, indissociáveis.

Assumimos que a teoria construtivista de Piaget tenha contribuído ao alegar a interdependência e reciprocidade na relação dinâmica entre sujeito e objeto, mas este cunho epistemológico com o qual autores contemporâneos referem-se à realidade e ao conhecimento perde, segundo Bicudo, características importantes, porque em suas generalizações pode induzir a interpretações extirpadas dos textos e contextos originais.

Esclarece, Bicudo, que, buscando a construção conjunta de um caso, ...

...omite-se toda a história da hermenêutica e sua relação com os padrões de verdade determinados pela ciência natural aplicados às ciências humanas. Omite-se a questão da interpretação e, embutida nela, aquela da exegese. Omite-se o núcleo central da dúvida sobre o certo e o verdadeiro, sobre a verdade entendida como adequações *omoióses* e a verdade entendida como clareza *alethéia*. Omite-se o cerne da questão da linguagem, entendida como representação ou como expressão. Omite-se a questão da tradição, da história e, desse modo, a questão do tempo. Omite-se o que é essa realidade entendida como múltipla e construída socialmente e no próprio processo de investigação. (Bicudo, 2000, p.22).

Nos faz sentido, portanto, conceber realidade e conhecimento no foco fenomenológico, o que nos permite compreender o humano numa dimensão existencial.

Referências Bibliográficas

- ABRÃO, B. S. (org.) “*História da filosofia*” São Paulo: Nova Cultural, 1999, (Coleção Os Pensadores).
- ANASTÁCIO, M. Q. A . “*Sobre a Racionalidade da Matemática*” *Educação Em Foco*. V. 5 n.1 , p.85 – 100, Março / Setembro 2000.
- ARANHA, M. L. A. & MARTINS, M. H. P. “*Introdução à Filosofia*” . 2 ed. São Paulo : Moderna, 1993.
- BICUDO, M. A . V. *A construção do conhecimento geométrico que tem como primado a percepção* . In : BICUDO, M. A . V. “*Fenomenologia: Confrontos e Avanços*”. São Paulo: Cortez, 2000.
- _____. “*A Contribuição da Fenomenologia à Educação*”. In: BICUDO, M. A. V. & CAPPELLETI, I. F. (orgs.). *Fenomenologia: Uma visão Abrangente da Educação*. São Paulo: Olho D’Água, 1999.
- _____. “*Filosofia da Educação Matemática: Um enfoque Fenomenológico*” In: BICUDO, M. A . V. (org.) “ *Pesquisa em Educação Matemática: Concepções e Perspectivas*”. São Paulo: Unesp, 1999.
- _____. “*Sobre a Fenomenologia*” In: BICUDO, M. A . V. & ESPOSITO, V. H. C.(orgs.) “*Pesquisa Qualitativa em Educação*”. São Paulo: Unimep, 1994.
- CHAUÍ, M. “ *Convite à Filosofia*”. 7 ed. São Paulo: Ática, 2001.
- COTRIM, G. “*Fundamentos da Filosofia*”. 5 ed. São Paulo: Saraiva, 1990.
- DETONI, A. R. & PAULO, R. M. “*A organização dos dados da pesquisa em cena*”. In: BICUDO, M. A . V. “*Fenomenologia: Confrontos e Avanços*”. São Paulo: Cortez, 2000.
- DURANT, W. “*Filosofia da Vida*”. Trad. Monteiro Lobato. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1955.
- GREUEL, M. V. “*O problema da fundamentação do conhecimento. Uma abordagem fenomenológica*”. Disponível: 18/12/2002 . File: //A:\Fenomenologia.htm.
- MACHADO, N. J. *Apresentação*. In: BICUDO, M. A. V. “*Fenomenologia: Confrontos e Avanços*”. São Paulo: Cortez, 2000.
- MACHADO, N. J. “*Epistemologia e Didática*”. 4 ed. São Paulo: Cortez, 1995.

MENDONÇA, E. P. *“O Mundo Precisa de Filosofia”* 3 ed. Rio de Janeiro: Agir, 1973.

MERLEAU-PONTY, M. *“Fenomenologia da percepção”*. *Prefácio*. Trad. Carlos Alberto Ribeiro de Moura. São Paulo: Martins Fontes, 1994 (1995).

SANTOS, T. M. *“Manual de Filosofia”*. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1961.

0505CC IDENTIFICAÇÃO DAS PROPRIEDADES DOS TRIÂNGULOS PELOS ALUNOS DO 3º ANO DO ENSINO MÉDIO: UM ESTUDO DE CASO COM ESTUDANTES DA REDE PÚBLICA

Gilmer Jacinto Peres¹

Elenice de Souza Lodron Zuin²

Resumo

Nesta comunicação científica apresentamos um recorte da monografia de especialização em Educação Matemática, que foi realizada a partir de estudos e investigação desenvolvida em 2002 e 2003. Apontamos os resultados dessa pesquisa, realizada com estudantes do 3º ano do Ensino Médio, que procurou verificar qual era o conhecimento dos mesmos em relação às propriedades dos triângulos.

Palavras-chaves: Ensino de geometria; Construções geométricas; Desenho geométrico

¹ Especialista em Educação Matemática pela PUC Minas. Professor efetivo da rede pública estadual do Estado de Minas Gerais. Professor do Departamento de Matemática e Estatística da PUC-Minas e-mail: gilmerperes@hotmail.com

² Professora do Departamento de Matemática e Estatística e do curso de Especialização em Educação Matemática da PUC Minas – Chefe do Departamento de Ciências Exatas da FEAMIG – Mestre em Educação pela FAE/UFMG – Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática da PUC SP.

1 – Introdução

A preocupação com o ensino da geometria escolar já nos direcionou para outras investigações (Zuin, 1997; Zuin, 2001a; Peres & Zuin, 2001). Esse olhar constante para o ensino da geometria, em geral, e das construções geométricas, em particular, nos levou a realizar uma outra pesquisa, tendo como sujeitos do nosso estudo estudantes do 3º ano do Ensino Médio.

Hershkowitz, Vinner & Bruchkheimer (1994) revelaram, através de uma pesquisa, que alunos e professores tinham o mesmo padrão de respostas ao identificarem triângulos retângulos em posições diferentes. Fonseca et al. (2001) indicam que “grande parte das pessoas” bem como professores em formação “só reconhecem como ‘triângulos’ os isósceles e os equiláteros e, muitas vezes, somente quando a base (nos isósceles) ou um dos lados (nos equiláteros) está na horizontal (ou paralelo à margem inferior do papel)” (p.58). Estes estudos nos levaram a acreditar que o nosso projeto de pesquisa, o qual tinha como objetivo investigar se os alunos que participariam da nossa pesquisa detinham conhecimentos básicos em relação ao estudo dos triângulos, poderia contribuir para a Educação Matemática.

A revisão bibliográfica realizada indicou que pouquíssimos pesquisadores brasileiros têm desenvolvido trabalhos relacionados à ausência do ensino das construções geométricas no Ensino Fundamental e Médio, fato que torna importante trabalhos e pesquisas nesse campo. Constatamos que existem mais trabalhos voltados para a exclusão da Geometria dos currículos escolares. Dentre os quais, temos Lorenzato (1995) que, ao comparar o ensino de Geometria com o de outros conteúdos da Matemática escolar, verifica que a Geometria estava praticamente ausente da maioria das escolas, na época da sua pesquisa.

Fonseca et al. (2001) indicam que “falta aos professores clareza sobre o que ensina de Geometria e/ou acerca de que habilidades desenvolver” nas séries iniciais do Ensino Fundamental.

As orientações didáticas para o terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental proposta pelos PCN (1998), ao tratar do Espaço e forma, destacam a importância de ensinar geometria aos alunos pois,

“Situações cotidianas e o exercício de diversas profissões, como a engenharia, a bioquímica, a coreografia, a arquitetura, a mecânica etc., demandam do indivíduo a capacidade de pensar geometricamente. Também é cada vez mais indispensável que as pessoas desenvolvam a

capacidade de observar o espaço tridimensional e de elaborar modos de comunicar-se a respeito deles, pois a imagem é um instrumento de informação essencial no mundo moderno". (PCN, 1998, p.122).

Para o desenvolvimento da nossa pesquisa, tivemos como principais referências os estudos de Hershkowitz et. al. (1994), Lorenzato (1995), Pavanello (1999), Perez (1995) e Pereira (2001), Fonseca et. al. (2001) que tratam do Ensino da Geometria; Zuin (1997), Peres & Zuin (2001), que se voltam para a ausência das construções geométricas no Ensino Fundamental; além de Crowley (1994) tratando do modelo Van Hiele de pensamento geométrico.

Elaboramos testes para serem aplicados em estudantes de duas turmas do 3º ano do Ensino Médio. Nossa escolha se baseou na hipótese inicial de que, neste nível, os alunos já deveriam dominar diversos conceitos básicos da geometria, entre eles, o estudo dos triângulos.

Dentre as instituições, optamos por duas públicas que atendem alunos do Ensino Médio, localizadas em municípios da Grande BH: uma Escola Municipal, a qual denominaremos **Escola A**, e uma Escola Estadual a qual denominaremos **Escola B**. Participaram do nosso estudo, 19 alunos da escola A e 31 alunos da escola B, num total de cinquenta estudantes. Destacamos que, na análise dos testes, os alunos não foram separados considerando a instituição a qual pertenciam, pois não era o nosso objetivo fazer um estudo comparativo entre as escolas.

Tanto para a elaboração como para a análise do primeiro teste nos pautamos nos níveis de compreensão de Van Hiele³; o segundo teste constava de questões que visavam a identificação e construção das cevianas e dos pontos notáveis do triângulo.

O primeiro teste, constituído por sete questões, as de 1 a 4 foram baseadas nos quatro primeiros níveis de conhecimento de geometria dos Van Hiele; as questões de número 5 e 6, centram-se na identificação da altura relativa a um dos lados do triângulo e, a questão 7, envolve o conceito de bissetriz interna referente a um dos ângulos de um triângulo. Ressaltamos ainda que, a análise das questões cinco e

³ Existem cinco níveis de conhecimento de geometria, que vai do nível 0 (visualização) ao nível 4 (rigor). Crowley (1994) destaca que, dificilmente, um aluno chega ao último nível (rigor). Optamos por não abranger este último nível.

seis, foi realizada em conjunto. Optamos por uma análise de cunho qualitativo e quantitativo dos testes.

A seguir, faremos, primeiramente, uma breve síntese dos estudos que apontam os problemas com a deficiência ou total exclusão do ensino da geometria escolar e pesquisas relativas ao ensino do Desenho Geométrico. Posteriormente, ao tratarmos dos resultados dos testes, sintetizaremos os níveis de Van Hiele que nos auxiliaram na elaboração dos testes e na análise dos dados obtidos.

2 – O declínio do ensino da geometria e das construções geométricas nas escolas do Ensino Básico

Os estudos de Pavanello (1997) nos informam que o ensino da Geometria foi tendo pouco espaço ou foi mesmo excluído dos currículos escolares, principalmente a partir da década de 70 do século passado. O ensino das construções geométricas da Geometria Euclidiana Plana também foi colocado em segundo plano.

Lorenzato (1995), entende que o Ensino da Geometria está ausente nas salas de aula, ele destaca que *“vários trabalhos de pesquisadores brasileiros, entre eles Peres (1991) e Pavanello (1993), confirmam essa lamentável realidade educacional.”*(p. 3). Muitas são as causas que levaram ao abandono do Ensino de Geometria nas escolas de Ensino Fundamental e Médio. O autor cita duas questões que atuam diretamente em sala de aula:

- a falta de conhecimento dos professores quanto aos conceitos geométricos;
- ao fato de no livro didático, a geometria ser apresentada

“apenas como um conjunto de definições, propriedades, nomes e fórmulas, desligado de quaisquer aplicações ou explicações de natureza histórica ou lógica; noutros a Geometria quase sempre é apresentada na última parte do livro, aumentando a probabilidade dela não vir a ser estudada por falta de tempo letivo.” (Lorenzato, 1995,p.4)

Este autor considera que essas não são as únicas causas que levaram ao abandono do ensino de Geometria destacando, também, o currículo.⁴

Pavanello (1999) vai mais longe e relata a existência da dificuldade dos professores em estabelecer uma relação que aproxime a geometria prática, que é desenvolvida nas escolas, e a *“abordagem axiomática proposta.”* (p.34). Ela também questiona o

⁴Lorenzato utiliza o termo currículo como conjunto de disciplinas.

fato de questões, como as relações que existem entre as diferentes formas e dimensões, assim como as possibilidades de localização e ocupação no espaço só foram úteis na humanidade antiga? Para mostrar que hoje, a geometria é tão útil quanto fora outrora, ela relata que

“muitas situações escolares, entre as quais a leitura e a escrita, as atividades quotidianas e o exercício de diversas profissões, com a bioquímica, a cristalografia, a cirurgia, a escultura, a arquitetura e a coreografia, exigem o desenvolvimento de habilidades ligadas à percepção espacial: orientar-se no espaço, coordenar diferentes ângulos de observação de objetos, prever conseqüências de transformações. Além disso, no mundo moderno, em que a imagem é extremamente utilizada como instrumento de informação, é indispensável a habilidade de observar o espaço tridimensional e de elaborar modos de comunicar-se a respeito do mesmo.”(Pavanello, 1999, p.34-35)

Embora a autora afirme que já existam progressos quanto ao “pensamento” sobre a importância do ensino de Geometria percebemos, em seus relatos, que professores ainda dão um maior enfoque à álgebra, e mais, que ela é desenvolvida sem ser relacionada com a geometria. Para que o ensino de Geometria seja realmente eficaz, Pavanello acredita que o objetivo do ensino da mesma não seja o da repetição de definições, enunciados, ou mesmo demonstrações, mas sim o de garantir situações em que os alunos explorem figuras, propriedades, enfim, que sejam capazes de construir de maneira sólida o seu conhecimento.

Perez (1995), investigou a situação do ensino de Geometria nos níveis de Ensino Fundamental e Médio no Estado de São Paulo entre 1984 e 1990. Em sua pesquisa, ele procurou obter informações se a Geometria era parte integrante nas aulas ministradas pelos professores. Ele também entrevistou alunos da graduação em Matemática e relata que para estes

“em geral, seus professores não se preocupavam em levá-los a pensar, raciocinar, aprender a resolver problemas, fazer deduções, preferindo um ensino por repetição, usando muitas fórmulas prontas (...) na universidade, seguiam-se reprovações, muitas disciplinas de conteúdo matemático (poucas de Geometria) e quase nenhuma oferecendo novas metodologias para serem exploradas no 1º e 2º graus.” (Perez, 1995, p.60)

Pereira (2001) ao fazer uma reflexão sobre o ensino de Geometria aponta justificativas para o seu abandono.

São elas:

- *Problemas com a formação do professor;*
- *Omissão da Geometria nos livros didáticos;*
- *Lacunas deixadas pelo movimento da Matemática Moderna.*

Baseando nos pesquisadores citados podemos avaliar que o ensino da Geometria escolar está deficiente ou ausente das escolas do Ensino Básico, principalmente a partir da década de 70 do século passado.

É necessário esclarecer que, embora Geometria e Desenho Geométrico estejam estreitamente ligados, no Brasil, não podemos dizer que pesquisas relacionadas ao ensino de Geometria enfoquem também o estudo das construções geométricas. Em sua dissertação de mestrado, Zuin (2001) procura mostrar a relação entre estes dois conhecimentos, destacando que o ensino das construções geométricas é imprescindível para o desenvolvimento da construção do conhecimento em Geometria.

"entendemos que não há garantias de que as escolas integrem as construções geométricas nas aulas de Matemática, mesmo porque muitos dos professores não estão habilitados a realizar esta prática. Isto porque vários cursos de licenciatura em Matemática não enfocam as construções geométricas com régua e compasso nos seus currículos. Além disso, a maioria dos professores também não teve acesso a esse saber na escola básica, pois pertence a uma geração que foi afastada do Desenho Geométrico. Mesmo que as escolas sigam os PCN de Matemática, os conteúdos propostos para serem trabalhados com régua e compasso são muito restritos. Os alunos terão um conhecimento muito inferior se comparado com o das escolas que mantêm o Desenho Geométrico como uma disciplina escolar, principalmente naquelas em que são realizadas as devidas pontes com a geometria euclidiana. Mais uma vez, é comprovada a distância entre os currículos prescritos para diferentes classes sociais. Constata-se a hierarquização dos saberes escolares." (Zuin, 2001a, p. 164-165).

Outro estudo de Zuin (1997) indica a pouca ênfase dada ao ensino das construções geométricas na prática escolar. Para ela, assim como a Geometria, o Desenho Geométrico *"foi abandonado, literalmente, na maioria de nossas escolas,*

principalmente as públicas. Às vezes consta da grade curricular, mas, por falta de professores preparados, estas aulas são incorporadas às de Matemática [mas as construções geométricas não fazem parte do programa e, portanto, não são trabalhadas]”. Em sua pesquisa, a autora avaliou a situação dos alunos que ingressam na Universidade e, em particular, no curso de Engenharia e Arquitetura, utilizando-se de testes e questionários. Em outra etapa de sua pesquisa, Zuin analisou, também, as questões das provas de Matemática dos vestibulares da PUC-MINAS do primeiro semestre de 1994 ao segundo semestre de 1997. Seu objetivo, neste caso, foi o de levantar o número de questões que envolviam conceitos de Geometria. A autora enfoca que

“esta análise, considerando todos os alunos que fizeram a prova do vestibular, e não apenas os do curso de Engenharia e Arquitetura, nos dá uma visão global de como está deficiente o estudo da Geometria, como um todo, nos ciclos fundamental e médio.” (Zuin, 1997)

E como resultado de sua pesquisa, ela destaca que

“Quanto aos testes aplicados: - 95% dos alunos não detêm conhecimentos de Desenho Geométrico, em nível do ciclo fundamental, - 80% dos alunos têm dificuldade para interpretar questões que envolvam conceitos de Geometria Plana (...) Feita a análise das provas do concurso do vestibular do primeiro e segundo semestres dos anos de 1994 e 1995, foi constatado que dentre as questões que tiveram o maior índice de acerto, aquelas que envolvem Geometria, apenas no 1º semestre de 1994 chegou a 33%, sendo que no 2º semestre de 95, foi de 6%.” (Zuin, 1997)

Mas qual foi a trajetória do ensino das construções geométricas no Brasil? Zuin (2001b) considera que o ensino das construções geométricas começa a ser desprestigiado já em 1961, com a promulgação da LDB 4.024, quando “o Conselho Federal de Educação propõe o Desenho Geométrico como uma disciplina complementar obrigatória, entre duas das quatro opções de currículo do 1º ciclo, e uma das três do 2º.” (p.163). Essa situação se agrava a partir de 1971, com a LDB 5692. A partir desta época,

“O fato de o Desenho Geométrico não estar entre as disciplinas obrigatórias vai influenciar para que a mesma seja excluída das grades curriculares de muitas escolas. Isto se comprova com a queda na venda e

publicação de livros didáticos nesta área, na década de 70 [do século passado].” (Zuin, 2001b, p.163)

A autora também constatou que o ensino das construções geométricas continuou em algumas escolas na disciplina Desenho Geométrico ou na Educação Artística. No entanto, pelo fato de a LDB 5692/71 exigir a obrigatoriedade da Educação Artística nos currículos de 1º e 2º graus, muitas instituições, principalmente as públicas, excluíram o ensino das construções geométricas, porque o Desenho Geométrico passava para a parte diversificada do currículo, na qual a escola poderia fazer opção ou não desta disciplina entre outras.⁵ Apesar de os PCN de Matemática darem importância às construções geométricas, esta situação se mantém até hoje.

Peres e Zuin (2001) também apontam o abandono do Desenho Geométrico nos níveis Fundamental e Médio, afirmando que, *“em Minas Gerais, o ensino das construções geométricas, em geral, não faz parte dos currículos das escolas públicas.”* Como projeto de iniciação científica, realizaram um estudo que foi conduzido em sala de aula com 35 alunos em duas escolas: uma que não adota o ensino de Desenho Geométrico, mas o incentiva através de atividades lúdicas, e outra que não o adota e nem o associa à disciplina de Matemática. A atividade constou de um teste que foi aplicado aos alunos pelo professor de Matemática das respectivas escolas. O teste constituiu-se de seis questões que tinham o objetivo de averiguar quais as habilidades apresentadas pelos alunos, o que lhes possibilitou identificar, através da análise das respostas, se o ensino das construções geométricas estaria contribuindo para a construção do conhecimento em geometria. Tendo em vista os resultados das duas instituições, eles sugerem que, além de atividades lúdicas que estimulem a formação do pensamento geométrico, seja incluído o ensino das construções geométricas com régua e compasso nos currículos escolares.

Zuin (2001a) constatou que, em algumas escolas, a disciplina Desenho Geométrico não foi excluída depois de 1971. Encontramos a proposta dos PCN em trabalhar as construções geométricas com régua e compasso nas aulas de Matemática, muito possivelmente em virtude de

⁵ Dentre as 16 matérias especificadas, para integrar a parte diversificada, na área de comunicação e expressão, está presente o Desenho, sendo que não existe nenhuma referência quanto à modalidade do Desenho – se do natural, decorativo, tradicional convencional ou geométrico. (Zuin, 2001, p.91)

“As pesquisas em torno do ensino de geometria, os questionamentos pelo abandono desse ramo do conhecimento em eventos científicos, periódicos e pelo NCTM – National Council of Teachers of Mathematics – entre outros, vão colaborar para que a geometria euclidiana e as construções geométricas sejam resgatadas.” (Zuin, 2001a, 111)

É possível afirmar que as pesquisas destacadas demonstram a deficiência ou a ausência do ensino de geometria e das construções geométricas nas escolas do Ensino Básico, e a tentativa de um retorno dos mesmos, presentes nos PCN de Matemática para o 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental. Estes fatos, também, nos conduziram a realizar nossa pesquisa.

3 – Elaboração dos testes e investigação

Depois de uma revisão da literatura, optamos utilizar a teoria de Van Hiele para nos apoiar no desenvolvimento dos testes.

Crowley (1994), ao fazer um estudo sobre o modelo Van Hiele de pensamento geométrico, destaca a existência de cinco níveis de compreensão. São eles: visualização, análise, dedução informal, dedução formal e rigor.

No nível da **visualização**, ou **nível 0**, os alunos são capazes apenas de identificar a figura sem, no entanto, apontar propriedades próprias. A única forma de classificação neste nível é o reconhecimento da figura por sua forma física.

No nível da **análise**, **nível 1**, os alunos já são capazes de identificar características próprias de cada figura, destacando-a por partes.

No nível da **dedução informal**, **nível 2**, os alunos apresentam a capacidade de estabelecer relações de propriedades das figuras, sendo capazes de reconhecer classes de figuras elaborando argumentos informais.

No nível da **dedução formal**, **nível 3**, os alunos já são capazes de entender a geometria dentro de um aspecto mais dedutivo e axiomático, eles são capazes de trabalhar com demonstrações, compreendendo e fazendo distinções entre uma afirmação e a sua recíproca.

Já no nível **rigor**, **nível 4**, os alunos são capazes de compreender a geometria no plano da abstração, sendo aptos também para trabalhar com a geometria não euclidiana.

Crowley (1994) afirma que

“Apoiados em experiências educacionais apropriadas, o modelo afirma que o aluno move-se seqüencialmente a partir do nível inicial, ou básico (visualização), no qual o espaço é simplesmente observado – as propriedades das figuras não são explicitamente reconhecidas, através da seqüência relacionada acima, até o nível mais elevado (rigor), que diz respeito aos aspectos abstratos formais da dedução.” (p.2)

Além disso,

“Como na maioria das teorias desenvolvimentistas, uma pessoa deve necesssariamente passar pelos vários níveis, sucessivamente. Para se sair bem num determinado nível, os alunos devem ter assimilado as estratégias dos níveis precedentes.” (p.5)

Com base nas definições de cada nível de compreensão de geometria segundo Van Hiele, elaboramos uma seqüência de questões que visavam avaliar em qual destes níveis se encontravam os alunos. As questões foram elaboradas de acordo com as propostas de cada nível.

Decidimos pela aplicação apenas dos testes, não seguidos de entrevistas, pelo fato do tempo ser restrito. No entanto, apenas o primeiro teste elaborado foi aplicado porque, diante dos resultados apresentados pelo mesmo, verificamos que os alunos, possivelmente, não teriam condições/conhecimento para realizar o outro teste, referente à segunda etapa da nossa investigação.

Analisando os dados, optamos por agrupar os alunos de acordo com suas respostas nos testes, estabelecendo categorias. Como em nossa pesquisa não foi pedida a identificação dos alunos, optamos por criar uma maneira de identificá-los para melhor procedermos as nossas análises (A1, A2, A3,..., A50).

Como uma mesma questão apresentou diferentes tipos de respostas, decidimos agrupá-los de acordo com suas respostas. Na primeira questão temos quatro grupos que vão da letra **A** até a letra **D**; na segunda questão, temos cinco grupos que vão da letra **E** até a letra **I**; na terceira questão, temos quatro grupos que vão da letra **J** até a letra **N**; na quarta questão, temos dois grupos, **O** e **P**; na quinta e sexta questões, temos três grupos que vão da letra **Q** a **S**, e para a sétima e última questão caracterizamos dois grupos, **T** e **U**. É necessário destacar ainda que os grupos são todos distintos.

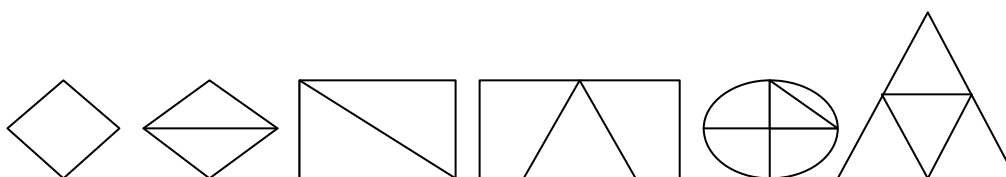
5 – O teste, dados e análises

O primeiro teste aplicado, centrava-se na identificação das propriedades de um triângulo, da bissetriz de um ângulo interno e da altura de triângulo relativa a um dos seus lados. Como já foi dito, anteriormente, o teste foi aplicado a cinquenta alunos do terceiro ano do Ensino Médio (19 alunos da escola A, e 31 alunos da escola B). O teste aplicado foi composto por sete questões que visavam avaliar o nível dos alunos com base no modelo dos Van Hiele.

Apresentaremos, a seguir, cada uma das questões e os respectivos resultados e análises.

QUESTÃO 1

1 – Quantos triângulos você encontra nas figuras abaixo: Resp. _____



Esta questão está embasada no **nível da visualização (0)**, com a qual procuramos avaliar se os alunos eram capazes de identificar diferentes tipos de triângulos. Ressaltamos que, nesta questão, os triângulos não foram apresentados como figuras isoladas, eles estavam “dentro” de outras figuras geométricas planas. Pedimos aos alunos que identificassem quantos triângulos eles encontravam nas figuras, colocamos 11 (onze) triângulos, e encontramos os seguintes resultados:

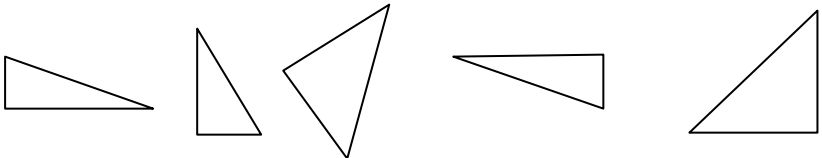
GRUPO A	GRUPO B	GRUPO C	GRUPO D
Encontraram onze triângulos	Encontraram dez triângulos	Encontraram menos de dez triângulos	Encontraram mais de onze triângulos
12%	52%	8%	28%

Inferimos que estes 52% que encontraram dez triângulos, apenas deixaram de perceber que o último, o 11º, é um triângulo formado por outros três triângulos. Os 8% que encontraram menos de onze apresentaram dificuldades em perceber que uma figura geométrica pode conter uma outra figura. Os 28% que viram mais de onze triângulos tentaram, “possivelmente”, criar novos triângulos a partir das figuras apresentadas.

Crowley (1994) não aponta, em seus relatos, algum fato que direcione a situação encontrada por nós. Como 88% dos alunos não tiveram êxito nesta questão, entendemos que eles ainda não tiveram uma boa formação no nível 0, ou não entenderam a questão proposta.

QUESTÃO 2

2 – Analise todos estes triângulos abaixo, você acha que existe alguma característica comum? Qual?



A

segunda questão foi baseada **no nível da análise (nível 1)** sendo pedido a identificação de uma característica comum nos triângulos apresentados. Os triângulos apresentados foram retângulos e escalenos. Obtivemos os seguintes resultados:

GRUPO E	GRUPO F	GRUPO G	GRUPO H	GRUPO I
Identificaram que os triângulos eram escalenos	Identificaram que os triângulos eram retângulos	Destacaram que a característica comum era os três lados	Não identificaram nenhuma propriedade comum	Apresentaram uma característica não procedente
20%	12%	24%	36%	10%

Apenas o aluno A18 caracterizou os triângulos como retângulo e escaleno. Cinco alunos apresentaram a seguinte resposta:

“- Todos são escalenos.”

Quatro alunos disseram:

“ – Três lados diferentes.”

A39 apresentou a seguinte resposta:

“ – Sim, os lados dos triângulos não tem medidas iguais, em cada caso.”

Entendemos que este aluno demonstrou um conhecimento desta característica (escaleno). Ele foi capaz de identificar esta propriedade comum nos triângulos e traduzí-

la com suas próprias palavras.

No grupo F, quatro alunos apresentaram a seguinte resposta:

“ – Todos são triângulos retângulo.”

A11 disse,

“- Sim, todos eles tem um ângulo de 90º graus.”

Neste grupo, observamos que a maioria dos alunos apresentou um mesmo tipo de resposta e um aluno procurou apresentar esta característica enfatizando que o ângulo reto tem noventa graus.

No grupo G, que identificou os três lados como característica comum, obtivemos o mesmo tipo de resposta.

“ – Todos tem três lados.”

Seria precipitado afirmarmos que este último grupo não obteve êxito nesta questão já que, todos fizeram uma análise das figuras apresentadas e foram capazes de apontar uma equivalência na quantidade de lados. Entendemos que, talvez, falte para estes alunos, um entendimento das propriedades dos triângulos. Além disso, parece-nos que não é claro para estes alunos que obrigatoriamente todo triângulo tem três lados. Consideramos que eles podem não ter assimilado que os triângulos também são classificados quanto aos seus lados⁶. Inferimos ainda que, ou eles não estudaram esta definição nas séries anteriores ou esqueceram este tipo de classificação de triângulos.

Destacaremos, agora, as respostas do grupo I que identificou uma característica existente entre os triângulos que não era procedente.

“ – Sim, todos são triângulos.” (A 40).

Acreditamos que este aluno não compreendeu bem a questão, pois as figuras já são apresentadas como triângulos no enunciado da questão.

⁶ Equilátero = três lados iguais; Isósceles = dois lados iguais; Escaleno = três lados diferentes.

O aluno A42 não apresentou nenhuma característica comum. Como não entrevistamos, posteriormente, os alunos, não conseguimos identificar quais fatos o levaram a marcar três triângulos e dizer que eles apresentavam alguma semelhança.

O aluno A43 percebeu que a questão apresentava alguns triângulos e que se fizesse rotações em alguns, conseguiria obter triângulos iguais e dispostos da mesma forma.

O aluno A44 percebeu que os dois triângulos eram congruentes, soube associá-los e percebeu que unindo dois triângulos pela sua hipotenusa, obteria uma nova figura. Entretanto, ele “errou” dizendo que esta nova figura seria um quadrado, na verdade esta figura seria um retângulo.

A41 respondeu

“ – Sim, todos tem a mesma altura.”

Este aluno não demonstrou ter um conhecimento sobre o que realmente é a altura de um triângulo porque, em seu teste, ele não identificou as alturas dos triângulos apresentados nas questões cinco e seis.

Avaliamos que os dezoito alunos que não responderam à questão número dois, possivelmente ainda não atingiram o nível 1. No entanto, poderiam não ter entendido o que seria “característica comum”.

Nosso objetivo inicial, nesta questão, era o de verificar se os alunos identificariam as duas características em conjunto. Entretanto, quando estávamos avaliando as respostas, percebemos que o enunciado da questão 2 não deixava explícita tal situação, dando margem a outra interpretação. Apesar disto, com base nos resultados poderíamos indicar que, em relação à esta questão, 70% dos alunos não tiveram uma boa formação no nível 1.

QUESTÃO 3

3- Utilizando suas palavras, como você definiria um triângulo?

A terceira questão foi baseada no **nível dedução informal (nível 2)**. Nela, pedimos aos alunos que definissem um triângulo com suas palavras, chegamos aos seguintes resultados:

GRUPO J	GRUPO L	GRUPO M	GRUPO N
---------	---------	---------	---------

Apresentaram uma definição apropriada	Definiram triângulo como uma figura que possui três lados	Definiram triângulo como uma forma geométrica	Não resolveram a questão
22%	40%	8%	30%

No grupo J, que apresentou uma definição apropriada, destacamos as seguintes respostas

“ – *É uma forma geométrica com 3 ângulos, sejam eles iguais ou não.*”(A 11)

“ – *Três retas concorrentes.*” (A 34)

“ – *Um triângulo são três pontos ligados.*” (A 36)

“ – *Conjunto de 3 retas interligadas entre si a pontos em suas extremidades.*” (A 50)

Neste grupo, pudemos observar que os alunos foram capazes de definir alguma característica do triângulo com suas palavras e todas são bem coerentes, embora incompletas e com uma linguagem pouco formal.

No grupo L, que caracterizou o triângulo como uma figura de três lados, encontramos 12 alunos que apresentaram o mesmo tipo de resposta.

“ – *Uma figura geométrica de três lados.*”

Na questão de número dois, o grupo G apresentou essa mesma resposta. Contudo, apenas seis alunos deste grupo apresentaram a mesma resposta na questão de número dois.

Os outros oito alunos definiram um triângulo como uma figura que possui três lados, foram mais além na determinação das características do triângulo. Quatro alunos disseram:

“ – *Todos os lados iguais.*”

A 41 escreveu:

“ – *Três lados, de medidas diferentes.*”

Este aluno definiu, com suas palavras, o triângulo escaleno.

A16 afirmou:

“- *Possui três lados iguais ou diferentes.*”

Este aluno apresentou a noção de triângulo equilátero e escaleno.

A17 respondeu:

“ – Com 3 lados, sendo uma base e dois lados iguais ou não.”

Este aluno definiu o triângulo isósceles e o escaleno, apresentando uma maturidade maior dentro de seu grupo ao enunciar estas características.

A 12 identificou como uma:

“ – Figura geométrica contendo três lados.”

Já o grupo M, que definiu o triângulo como uma figura geométrica, constatamos que todos responderam de maneira semelhante:

“ – Uma figura geométrica.”

Consideramos que estes alunos talvez não entendam que definir um triângulo significaria enunciar os atributos essenciais e específicos do mesmo, de tal forma que ele não possa ser confundido com outra figura. Estes alunos que também não souberam identificar as características dos triângulos, não distinguiram, possivelmente, nenhuma particularidade das figuras apresentadas, pois as respostas apresentadas por eles não caracteriza um triângulo.

Avaliamos que 50% dos alunos não tiveram êxito nesta questão.

QUESTÃO 4

4 - Você é capaz de determinar as características (propriedades) geométricas de um triângulo?

Esta questão foi baseada no **nível da dedução formal (nível 3)**, obtivemos o seguinte resultado:

GRUPO O	GRUPO P
Definiram de forma não procedente	Não fizeram a questão
12%	88%

Apresentamos, a seguir, as respostas dos seis alunos que responderam à esta questão:

“ – Tem 3 lados que podem ou não ser iguais.” (A 8)

“ – Linhas se ajuntando.” (A 13)

“ – Cateto adjacente, cateto oposto, hipotenusa.” (A 17)

“ – Seus 3 lados.” (A 38)

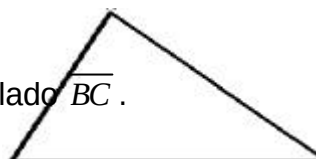
“ – Existe triângulo equilátero, isósceles, pirâmide, escaleno, etc.” (A 44)

“ – Isósceles, escaleno, etc.” (A 50)

Percebemos, pelas respostas, que estes alunos apenas classificaram os triângulos quanto aos lados. Apesar de A17 ter definido os lados de um triângulo retângulo, constatamos que ele não obteve êxito na questão número dois, na qual se pede que se identifique uma característica comum entre os triângulos que eram retângulos.

QUESTÃO 5

5 – Dado o triângulo ABC, trace a altura relativa ao lado $\overline{BC}$.



QUESTÃO 6

6 – Dado o triângulo ABC, trace a altura relativa ao la



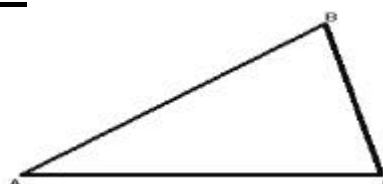
Nestas questões obtivemos os resultados:

GRUPO Q	GRUPO R	GRUPO S
Identificaram as duas alturas corretamente	Identificaram apenas a altura interna	Não resolveram as questões cinco e seis
6%	12%	82%

Apenas o aluno A18, do grupo Q, identificou que a altura é um segmento perpendicular ao lado. No grupo R, nenhum aluno destacou que a altura é um segmento perpendicular.

QUESTÃO 7

7 – Dado o triângulo ABC, determine a bissetriz interna relativa ao ângulo $\hat{A}$.





GRUPO T	GRUPO U
Resolveram a questão	Não resolveram a questão
2%	98%

Apenas o aluno A18 resolveu esta questão deixando claro, em sua resposta, que a bissetriz é um segmento que divide um ângulo em dois ângulos iguais.

Como a maioria dos alunos que não fez esta questão, inferimos que, provavelmente, eles não dominam dos conceitos necessários para resolver a questão ou não estudaram este conteúdo.

É necessário destacar, que nas questões 5, 6 e 7, nenhum dos alunos reclamou que não poderia fazer a questão por falta de instrumentos como a régua e o compasso. Os alunos que resolveram essas questões fizeram o traçado à mão livre.

Optamos, também por um outro tipo de análise no aspecto quantitativo, procuramos pontuar cada questão com um ponto, obtivemos o seguinte gráfico com as notas:

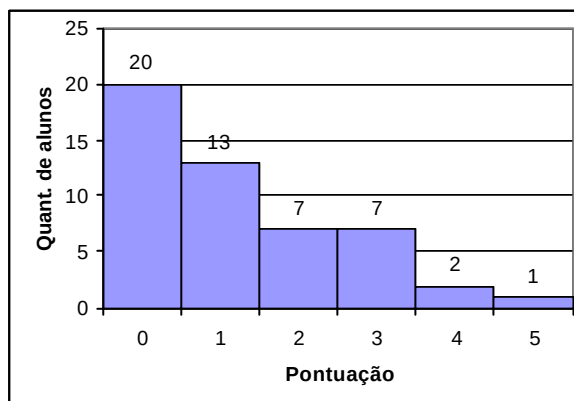


Gráfico 1

Os resultados apresentados por este gráfico chamam nossa atenção, pois, se considerarmos que foram bem no teste os alunos que tiveram, no mínimo, 50% de aproveitamento, teremos apenas 6% dos alunos. Se considerarmos que a média é 60%, apenas um aluno ficaria acima da média.

É necessário indicar que 40% dos alunos não responderam as questões do teste. Como já dissemos anteriormente, não fizemos uma posterior entrevista. Deste

modo, não podemos fazer nenhuma inferência em relação a este dado, mesmo porque os alunos podem ter optado por não resolverem as questões porque sabiam que se tratava de uma pesquisa e, portanto, não era um teste aplicado pelo professor.

Preocupa-nos, no entanto, que os alunos que não resolveram o teste, podem não deter os conhecimentos necessários para responderem às questões. Preocupa-nos, igualmente o baixo índice de acerto nas questões dos alunos que estão cursando o terceiro ano do Ensino Médio. Esses dados podem revelar que o ensino de geometria, e em particular, o estudo dos triângulos ou não estão sendo ensinados adequadamente para os alunos, ou este conteúdo não é significativo para os estudantes. Já nas quatro primeiras séries do Ensino Fundamental, o reconhecimento de figuras geométricas está presente. O triângulo é uma das figuras mais utilizadas, já que comparece no estudo do “Teorema de Pitágoras”, na trigonometria, nas relações métricas do triângulo retângulo, em diversos problemas de Física, conteúdos que constam obrigatoriamente dos programas escolares.

Lorenzato (1995) deduz que

“(...)as questões [que envolvem a geometria] exigem uma leitura diferente da Aritmética ou Algébrica, na medida em que, para resolvê-las, é preciso ter percepção geométrica, raciocínio geométrico e linguagem geométrica, fatores estes essenciais na relação real/formal e que pouco têm sido desenvolvidos em nossas escolas devido à quase ausência do estudo da Geometria.” (p.5)

Para ele muitos alunos que, ao se depararem com tais questões, ficam sem ação dizendo que é impossível resolver tais questões devido a ausência de números. Este também poderia ser um motivo pelo qual vários alunos não responderam ou não apresentaram êxito na resolução das questões.

Não foi nosso objetivo avaliar a instrução recebida por estes alunos ao longo do Ensino Básico. No entanto, podemos afirmar que os resultados da nossa investigação confirmam as conclusões das pesquisas realizadas por Zuin (1997), Perez (1995), Lorenzato (1995), Pavanello (1999) e Peres & Zuin (2001), quanto à deficiência no ensino da geometria nas escolas do Ensino Básico.

6 – Considerações finais

Entendemos que muito ainda precisa ser feito para a inserção do ensino de geometria e das construções geométricas nas escolas. Como dissemos anteriormente, inicialmente tínhamos por objetivo aplicar dois testes aos alunos. O primeiro avaliou o conhecimento dos alunos quanto as propriedades e características do triângulo e, o segundo, teria por objetivo verificar, especificamente, se os alunos possuem o conhecimento necessário para a construção e identificação das cevianas.

Diante dos resultados do primeiro teste, resolvemos não aplicar o segundo. Julgamos que, se os alunos do terceiro ano do Ensino Médio não foram capazes de identificar um triângulo em algumas situações; não souberam classificar os tipos de triângulos quanto aos lados; se eles não foram capazes de enunciar as características de um triângulo, mesmo que de forma informal; possivelmente não deteriam os conhecimentos necessários para realizar o segundo teste. Pois, através deste último, tínhamos como objetivo verificar se os alunos conheciam a definição de cevianas e pontos notáveis do triângulo (Baricentro, Incentro, Ortocentro e Circuncentro). Julgamos, também, que o primeiro teste nos forneceu muitos dados que nos permitiram tecer algumas considerações.

Atualmente, encontramos vários programas de geometria que são utilizados em laboratórios de informática. O *Cabri-Géomètre*, vem ganhando espaço em algumas escolas, sendo um programa que permite a utilização de vários recursos em geometria. Entretanto, entendemos que se os alunos tivessem um conhecimento prévio das construções geométricas com régua e compasso, eles utilizariam melhor todos os recursos do programa.

Para os Van Hiele a idade ou a maturidade do aluno está em segundo plano, o que é mais importante no avanço ao longo dos níveis é a instrução recebida (método, organização do curso, conteúdo, materiais utilizados) (Crowley, 1994).⁷ Julgamos ser necessário associar as construções com régua e compasso aos novos recursos para que o ensino das construções geométricas retome o seu efetivo lugar nos currículos escolares, auxiliando no aprendizado da geometria, pois acreditamos que os traçados geométricos possibilitam ao aluno construir uma “imagem” da geometria que, às vezes, lhe parece muito abstrata. Peres & Zuin (2001) destacam essa

⁷ “Os Van Hiele propuseram cinco fases sequenciais de aprendizado: interrogação, orientação dirigida, explicação, orientação livre e integração. Afirmam que a instrução desenvolvida de acordo com essa sequência promove a aquisição de cada um dos níveis.” (Crowley, 1994, p. 6)

necessidade em sua pesquisa, enfocando que apenas atividades lúdicas não são suficientes para desenvolver o pensamento geométrico. Uma intervenção mais efetiva com a utilização da régua e do compasso, associada à teoria da geometria, poderia contribuir para a construção do pensamento geométrico.

Os PCN de Matemática para o 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental destacam que

“Os conceitos geométricos constituem parte importante do currículo de Matemática no ensino fundamental, porque, por meio deles, o aluno desenvolve um tipo especial de pensamento que lhe permite compreender, descrever e representar, de forma organizada, o mundo em que vive.

O estudo da Geometria é um campo fértil para trabalhar com situações-problema e é um tema pelo qual os alunos costumam se interessar naturalmente. O trabalho com noções geométricas contribui para a aprendizagem de números e medidas, pois estimula o aluno a observar, perceber semelhanças e diferenças, identificar regularidades etc.

O trabalho com espaço e forma pressupõe que o professor de Matemática explore situações em que sejam necessárias algumas construções geométricas com régua e compasso, como visualização e aplicação de propriedades das figuras, além da construção de outras relações”.

Especificamente para o 3º ciclo os PCN de Matemática ressaltam que neste ciclo merece atenção “o ensino de procedimentos de construção com régua e compasso e o uso de outros instrumentos, como esquadro, transferidor, estabelecendo-se a relação entre tais procedimentos e as propriedades geométricas que neles estão presentes.” Sendo “importante que essas atividades sejam conduzidas, de forma que mantenham ligações estreitas com o estudo de outros conteúdos, em particular com as atividades numéricas, métricas e com a noção de proporcionalidade.” Além disso, é recomendada a “resolução de situações-problema que envolvam a obtenção da mediatriz de um segmento, da bissetriz de um ângulo, de retas paralelas e perpendiculares e de alguns ângulos notáveis, fazendo uso de instrumentos como régua, compasso, esquadro e transferidor.” E, a “identificação e construção das alturas, bissetrizes, medianas e mediatrizes de um triângulo utilizando régua e compasso.”

Verificamos que os livros didáticos de Matemática mais recentes trazem os conceitos de geometria em todo o livro, e não mais nos últimos capítulos, inclusive com atividades que exigem a utilização da régua e do compasso.

Nesta comunicação tivemos como intuito tecer algumas reflexões e considerações que possam contribuir para o repensar dos professores sobre o ensino da geometria e as potencialidades do ensino das construções geométricas em sua prática educativa.

Bibliografia e Referências Bibliográficas

BIGODE, Antônio José Lopes. **Matemática** hoje é feita assim. São Paulo: FTD, 2000.

BOYER, Carl B.. **História da Matemática**. Trad. Elza F. Gomide. São Paulo: Edgard Blücher, 2. ed., 2001.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática - 3º e 4º ciclos**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais PCN Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 1999.

CATUNDA, Omar, et al. **As Transformações Geométricas e o Ensino de Geometria**. Salvador: Centro Editorial e Didático da UFBA, 1988.

CROWLEY, Mary L. O modelo Van Hiele de desenvolvimento do pensamento geométrico. In: LINDQUIST, Mary. SHULTE, Albert P. **Aprendendo e ensinando geometria**. Trad. Hygino H. Domingues, São Paulo: Atual, 1994. p.1-20.

DIAS, Mônica S. da Silva. A importância do desenho na construção dos conceitos geométricos. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6, 1998, São Leopoldo. **Anais...** São Leopoldo, RS: SBEM/UNISINOS, 1998, v. 2, p. 399.

FONSECA, Maria da Conceição F. Reis et.al. **O ensino de Geometria na Escola Fundamental: três questões para a formação do professor dos ciclos iniciais**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

GIOVANNI, José Ruy. **Matemática – Pensar e descobrir**. São Paulo: FTD, 1996.

GUELLI, Oscar. **Matemática: uma aventura do pensamento**. São Paulo: Ática, 2002.

GRASSECHI, Marica Cecília C., et al. **Promat**: projeto oficina de matemática. São Paulo: FTD, 1999.

GRAVINA, Maria Alice Geometria dinâmica: uma nova abordagem para o aprendizado da geometria. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 7, Belo Horizonte, 1996. **Anais...** Belo Horizonte, 1996. p.1-13.

HERSHKOWITZ, Rina; BRUCKHEIMER, Maxim; VINNER, Sholomo. Atividades com professores baseadas em pesquisa cognitiva. In: LINDQUIST, Mary. SHULTE, Albert P. **Aprendendo e ensinando geometria**. Trad. Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1994. p. 273-289.

LINDQUIST, Mary. SHULTE, Albert P. **Aprendendo e ensinando geometria**. Trad. Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1994.

LORENZATO, Sérgio. Por que não ensinar Geometria? **A Educação Matemática em Revista**, SBEM, n.4., p.3-13. set./1995.

PAVANELLO, Regina M. De Matemática e educação: o caso da Geometria. In: ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA e SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 2, 1997. Águas de São Pedro. **Anais...** Rio Claro: Cruzeiro/ Comitê Brasileiro de História da Matemática, 1997. p.327-332.

_____.A Geometria no Ensino Fundamental. **Teoria e Prática da Educação**, p. 33-41 mar./1999.

PERES, Gilmer J.;ZUIN, Elenice de Souza Lodron. Avaliando o ensino das construções geometrias para a construção do conhecimento de geometria. REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 53, 2001, Salvador. **Anais Nação e diversidade, patrimônio do futuro**. (CD-ROM), Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2001.

SEVERINO, A. J.. **Metodologia do trabalho científico**. 22. ed. São Paulo: Cortez, 2002.

ZUIN, Elenice de Souza Lodron. Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática para o 3º e 4º ciclos do ensino fundamental e o ensino das construções geométricas, entre outras considerações. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED (Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Educação), 25, 2002, Caxambu. **Anais...** (CD-Rom), Caxambu, 2002.

_____.**Da régua e do compasso: as construções geométricas como um saber escolar no Brasil**. 2001a. 211 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

_____. Um saber escolar com régua e compasso In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5, 2001, São Paulo. **Anais...** São Paulo, Programa de Pós-graduados em Educação Matemática / Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2001b. p.161-166.

_____. **O Desenho Geométrico como disciplina escolar no Brasil.** In: IV Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática, SP: UNESP/Rio Claro, 2000. p. 276-282.

_____. Geometria e Desenho Geométrico, por quê e para quê? In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 2, 1997, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais.

RESUMO

Este texto relata uma experiência vivida por mim, professora de Matemática, numa turma de 7ª série do ensino fundamental de uma escola da rede particular, em Alfenas-MG. Esta experiência aconteceu por acaso e acredito que, justamente por isso, me trouxe muitas surpresas e me levou a reflexões sobre a “minha” disciplina. A atividade passada aos alunos era ler um texto de Carl Gustav Jung do livro “ Memórias, sonhos e reflexões” que trata da álgebra . A princípio seria somente uma leitura de “curiosidades”, mas a repercussão gerada pelo texto fez com que a aula se tornasse uma experiência interessante através da qual pude conhecer melhor a relação- às vezes tão difícil - entre o aluno e a Matemática e refletir sobre esta relação bem como sobre a minha função de educar.

¹ Alfenas (MG)

0507CC A MEMÓRIA DO SABER, DA DOR, DA VIDA E DA MORTE EM ROMANCES E OUTRAS NARRATIVAS MATEMÁTICAS

Leni Nobre de Oliveira¹

RESUMO

Este trabalho transdisciplinar enfoca a importância da associação da leitura de literatura enquanto ficção nas aulas de leitura e interpretação de textos literários a respeito da matemática e dos matemáticos para alunos estudantes dessa disciplina, desde as séries iniciais, como paradidáticos que auxiliariam no conhecimento, discussão e aprendizagem dessa ciência. Abordamos, por meio de romances tais como Tio Petros e a Conjectura de Goldbach, O Último teorema de Fermat, O homem que calculava, Em defesa de um matemático e outros textos, a presença da literatura e da reflexão sobre o humano, sobre o saber, sobre a dor, a vida e a morte, no discurso sobre a matemática e sobre os matemáticos, bem como os e os mitos que envolvem tanto essa ciência quanto os matemáticos.

¹ Especialista em Literatura Brasileira - PUC/MG
Mestre em Teoria da Literatura - UFMG
Doutoranda em Literatura Comparada – UFMG
Professora do Departamento de Letras da FaFi/Sete Lagoas

Para o matemático Frederico Reis,
que incitou-me com os livros metamatemáticos
e com as excentricidades da matemática,
enquanto seduzia-me com MPB.

A beleza de um teorema matemático depende
muito da sua seriedade, como também na
poesia a beleza de um verso pode depender,
até certo ponto, da significação das idéias que
contém.

A matemática não é uma disciplina
contemplativa, mas criativa; ninguém pode tirar
muito consolo dela quando perdeu o poder ou o
ensejo de criar...

G.H. Hardy

Confinado em suas áreas disciplinares e departamentais, percebemos o reconhecimento de que o saber humano extrapola as barreiras limítrofes disciplinares e departamentais e, como é próprio de sua constituição e de sua essência desde sua prática pelos povos antigos, interpenetra-se nas várias áreas consideradas delimitadas o que provoca a transmigração e a transmutação dos “saberes”. Essa transmigração do saber é tão evidente que a USP lançou um novo curso de graduação batizado como Humanidades, que tem como objetivo oferecer uma graduação interdisciplinar que possa formar “políglotas culturais”. E a transmutação também é um elemento em pauta já que os cursos são mutantes. Uma das setes teses que explicam os seus principais objetivos e norteiam a forma como ele deve ser constituído é que seja um curso experimental, flexível, podendo mudar constantemente.²

Antecipando essa perspectiva, em 1999 a UFMG oficializou uma prática que se instalara no modo de pensar sobre o conhecimento e sua prática. Criou o IEAT – Instituto de Estudos Avançados Transdisciplinares.

Tendo por missão a promoção da transdisciplinaridade e por foco não a reorganização pedagógica das disciplinas, mas a pesquisa, o IEAT buscará apoio, em vista de provocar sua

² GALILEU, Janeiro, 2003. p. 36.

inflexão, nas práticas e nas elaborações interdisciplinares já em curso na Universidade, assim como procurará favorecer a emergência e implantação de grupos e projetos transdisciplinares³

Tais posturas possibilitam pensar que a memória do saber age de forma rizomática, como num modelo darwiniano de evolução, em que o agir e o pensar humanos são ramificações em cadeia. E os vários objetos de uso humanos, sejam eles naturais ou artificiais, incluindo aí o próprio corpo humano, parecem-nos resultados de uma evolução arquivada na memória coletiva de forma transcendental. Um dos usos culturais humanos que nos chama a atenção é a literatura, por seu poder transculturador e transmigrador da cultura. Considerada perniciosa por Platão em sua *República*, pela sua incapacidade de representar de forma adequada o mundo das idéias, sendo um dos mais precários simulacros, é exatamente ela, a literatura, que propicia o discurso de Platão, a construção e simulação de sua cidade ideal, construída no diálogo e na narrativa. Toda a cidade (a república) e o discurso de Platão com que a elabora são simulacros porque representados pelo signo lingüístico (a littera) de forma alegórica (ficcional) em que situações são simuladas pelo discurso literário, para que pudesse construir outro discurso, o filosófico. A simulação do mundo por meio do signo lingüístico é uma das atribuições dadas à literatura no seu sentido restrito, e é por meio, então, da literatura que é possível a Platão simular a cidade que coloca em discussão.

Para Snow⁴, *Em defesa de um matemático*, de Hardy, “se for lido com a atenção textual que merece, é um livro de uma tristeza enorme. (...) Mas também é, de um modo estóico e discreto, um lamento apaixonado por um poder criativo que existira, mas nunca voltaria a existir.”⁵ Por ser um lamento, um desabafo, pode-se dizer que a obra em questão é manifestação do eu-lírico e tem sua função catártica. A própria matemática, vista por Hardy, apresenta-se como uma forma de catarse: “A matemática pode, como a poesia ou a música, promover um hábito elevado e, assim, aumentar a felicidade dos matemáticos e mesmo de outras pessoas.”⁶ E é o mesmo Hardy que confessa ter sido a literatura inspiradora de seu interesse em ser

³ DOMINGUES. 2001, p. 10.

⁴ Dr. C.P.Snow: amigo de Hardy com quem conviveu nos últimos anos de sua vida e que prefaciou o livro *Em defesa de um matemático*.

⁵ SNOW, apud HARDY, 2000. p. 47.

⁶ HARDY, 2000. p. 110.

um vencedor em matemática quando relata que quando tinha cerca de quinze anos, suas ambições se tornaram mais aguçadas. Isso se deveu ao fato de ter lido um livro, *A Fellow of Trinity*, de Alan St. Aubyn, que tratava da vida universitária em Cambridge. Ali dois alunos e seus perfis de estudantes são contrapostos e Hardy se identifica com o vencedor, Flowers que se tornaria um fellow, não com o perdedor, Brown.

Hardy, comungando com Platão a perspectiva de ser a literatura um fraco simulacro, afirma que não conseguia se convencer de que as chamadas idéias poéticas realmente existam.. “A poesia não é a coisa que se diz, mas uma maneira de dizer”.⁷ No entanto, é por meio de um texto memorialístico, de profunda tristeza e paixão que Hardy defende a matemática ao se defender por fazer apologia ao invés de produzir grandes descobertas ou realizar trabalhos criativos, como é considerado próprio e digno do verdadeiro matemático. Sobre esta obra, *Em defesa de um matemático*, é ainda Snow que afirma: “Não conheço nada semelhante a ele na nossa língua, em parte porque a maioria das pessoas que têm o dom literário para expressar tal lamento nunca o sentem: é muito raro um escritor perceber, com o caráter definitivo da verdade, que está absolutamente acabado.”⁸

Isso sugere que o discurso de Hardy é verdadeiro como é verdadeiro seu depoimento, nele presente, quando no discurso dos escritores estaria o fingimento do sentir dor, já que nunca o sentem quando expressam um lamento. Desse modo, pelas palavras também de C. P. Snow, o discurso literário apresenta-se como o contestável e o discurso não literário, como aquele não passível de contestação.

A literatura constrói seu sentido à revelia do discurso oficializado como científico ou referencial e, nesse espaço esteticamente criado, ela, sem nenhum entrave, interlocuta com os demais saberes. Se Freud pode ser considerado um bom leitor dos textos literários, também um bom escritor, antes mesmo de ser um cientista, foi ainda aquele que criou uma ciência cujo mote do discurso tem, muitas das vezes, a construção dos modos de ser e de comportar humanos arquivados e observados nos textos literários. E, sem a primeira intenção de produzir conhecimento, já que a ela não se pressupõe utilidade prática, a literatura intermedia a memória do saber, do prazer, da dor, da vida e da morte dos homens, enquanto registro do próprio homem, que não se dá se for de outra forma. Isso é também

⁷ HARDY, 2000. p. 80.

⁸ SNOW, apud HARDY, 2000. p. 47.

admitido por Snow, pois, diante da afirmação de Hardy de que Arquimedes seria lembrado quando Ésquilo tiver sido esquecido, Snow observa que “podemos formar um retrato razoavelmente coerente da personalidade de Ésquilo (mais ainda, é claro, da de Shakespeare ou Tolstoi) a partir apenas de suas obras, ao passo que Arquimedes e Eudoxo continuam a ser meros nomes.”⁹ Essa consideração parece-nos fornecer indício do consenso geral sobre a racionalidade do discurso matemático incapaz de simular os sentimentos humanos, e, assim, registrá-los, ao mesmo tempo que confirma a possibilidade de a literatura ser capaz de o fazer.

No entanto, é a racionalidade matemática que permite a construção de máquinas que simulam a realidade virtual, por si mesma, um paradoxo construtível no discurso mas impossível de ser contemplado pela “realidade”. Entendemos que a literatura e seu estudo nos parecem constituir espaços privilegiados em que os diálogos interdisciplinares e transdisciplinares possam ser construídos por meio de simulacros, do mesmo modo que a matemática possibilita simulações – a realidade virtual - para construir as máquinas “inteligentes” que facilitam a vida do homem.

Os narradores de ficção com que trabalhamos aqui, Hardy, Malba Tahan, Apostolos Doxiadis, Paul Singh, são todos ligados à matemática e estabeleceram o diálogo sobre a matemática por meio da literatura. No contato com os textos desses narradores, percebemos a permanência e a coincidência de certos aspectos do mundo do saber matemático e dos matemáticos, que consideramos indicativos importantes para que se considere a possibilidade de maior e melhor utilização da ficção paradidática como estudo e ensino dessa disciplina e como reflexão sobre ela ao mesmo tempo que permite um maior conhecimento sobre os homens.

Ao ler os textos dos autores citados várias questões nos intrigaram. Existe um cérebro característico do matemático? Existe um rizoma nos modos darwinianos para o cérebro do matemático já que vários são precoces e parecem ter uma capacidade inexplicável para lidar com os números? Por que vários matemáticos promovem o aniquilamento de si mesmos por meio de suicídio, alguns muito novos? Por que vários matemáticos terminaram suas vidas tomados pela loucura ou isolados de seus pares e da sociedade? Por que os matemáticos são tão obsessivos? Seria o cérebro do matemático aquele mais próximo da racionalidade

⁹ HARDY, 2000. p. 142.

das máquinas que os próprios matemáticos criam? Como explicar o autodidatismo, os insights, a precocidade e o brilhantismo prematuro de jovens matemáticos?

Esses questionamentos surgidos a partir da leitura de romances metamatemáticos e textos afins, tais como *O último Teorema de Fermat*, *Tio Petros e a Conjectura de Goldbach*, *Em defesa de um matemático* e *O homem que calculava*, não são facilmente respondíveis e não o pretendemos fazer aqui. Nosso interesse é observar como o diálogo literário, escrito por matemáticos, que inclui a vida de matemáticos e suas descobertas apresenta-se como discurso que nos fornece possibilidades de adentrar por indagações a respeito dessa ciência, de seus seguidores e sobre os estranhos, drásticos e trágicos incidentes que envolvem a vida dos matemáticos.

Entre os que escrevem sobre os matemáticos parece haver uma concordância de que algo diferente acontece no modo de elaborar processos mentais pelos matemáticos. Hardy afirmou que

[É] comum exagerar-se de modo um tanto grosseiro as diferenças entre os processos mentais dos matemáticos e das outras pessoas, mas é inegável que o dom para a matemática é um dos talentos mais especializados e que os matemáticos, como classe, não se destacam especialmente pela habilidade geral ou pela versatilidade. Se um homem é, sob algum aspecto, um matemático de verdade, aposto cem contra um que a sua matemática será muito melhor do que qualquer outra coisa que ele possa fazer, e ele será um tolo se não aproveitasse todas as oportunidades para exercitar seu único talento e fosse fazer um trabalho medíocre em outros campos.¹⁰

Esse modo de pensar os processos mentais como algo proveniente de um talento individual, portanto muito particular tem sua confirmação nas teorias de Gardner sobre as múltiplas inteligências. Correspondente talvez àquilo que consideramos dom, algo que sem esforço se faz presente nas ações humanas e de forma especial em algumas pessoas, o talento individual não pode ser explicado de modo científico ainda. Mas a consciência sobre sua existência está presente em

¹⁰ HARDY, 2000. p. 67.

todas as áreas das atividades humanas. Ter dom para a pintura, para a dança, para a literatura ou para qualquer outra manifestação humana significa ter sido privilegiado, ter recebido talentos e ainda ter vocação para algo que nem todo esforço seria capaz de reproduzir com a mesma *performance*. “É muito difícil encontrar na história um matemático de primeira categoria que tenha abandonado a matemática e alcançado a excelência em qualquer outro campo”.¹¹ Ela é, portanto, uma ciência, um tipo de saber, que exige fidelidade. As sinapses que processam e produzem informações devem ser muito específicas. Existe uma rede submersa, um rizoma genético do cérebro do matemático? “(...) O cérebro se comporta como uma máquina evolutiva. Ele evolui segundo um modelo darwiniano, simultaneamente a vários níveis, e de acordo com várias escalas de tempo.”¹² É possível, pois, como veremos adiante, pensar numa rede rizomática hereditária que dotaria o cérebro de possibilidades de interação com a racionalidade matemática, muito antes até mesmo de o indivíduo obter informações dessa ciência.

Para Cabanis, “o cérebro secreta o pensamento como o fígado a bÍlis”¹³ As sinapses são reações químicas que acontecem no cérebro. Para a ciência, nas sinapses estabelecidas encontra-se o segredo ainda não desvendado da inteligência humana. Os matemáticos conseguem elaborar cálculos, criar teorias retiradas apenas de combinações de números e imitar o cérebro por meio matemático, usando algoritmos e o numérico é hoje a possibilidade mais concreta para o sonho de universal. Tudo se codifica com números, como se o número regesse o universo e foram exatamente os matemáticos que conseguiram chegar mais perto da possibilidade de imitação do cérebro humano, embora os avanços das ciências biológicas tenham oferecido descobertas brilhantes sobre os processos cerebrais. Parece que as idéias matemáticas são trabalhadas em um nível diferenciado do cérebro. Hardy acreditava que

as idéias matemáticas são, de certa maneira, ordenadas em camadas; as idéias de cada camada são ligadas por um complexo de relações entre si e com as idéias acima e abaixo. Quanto mais baixa a camada, mais profunda (e, de modo

¹¹ HARDY, 2000. p. 69.

¹² CHANGEUX, 1996. p. 185.

¹³ CABANIS, apud CHANGEUX, 1996. p. 171.

geral, mais difícil) a idéia. Assim, a idéia de um “irracional” é mais profunda que a de um número inteiro (...).¹⁴

Para os cientistas, na realidade não existem distinções estruturais entre o cérebro dos chamados superdotados e o das pessoas normais. O que faz a diferença é, simplesmente, o número de conexões cerebrais e o que elas representam para o indivíduo. Em crianças superdotadas, monitoradas por eletroencefalograma computadorizado, verificou-se uma maior ativação dos neurônios nas áreas cerebrais relacionadas à atividade na qual ela se destaca, seja ela lingüística, musical, de percepção espacial, ou de outra qualquer. No entanto, a elevada consideração para com aqueles que se destacam no mundo da matemática é diferenciada.

O superdotado é um gênio, mas é preciso que sua genialidade seja aprimorada. Ramanujan apresentava uma inteligência matemática privilegiada. No entanto, menos aproveitada do que poderia ter sido. Descoberto e orientado por Hardy e Littlewood, com os quais passou a pesquisar, o jovem indiano surpreendia pelo seu gênio natural. Mas só depois Hardy decidiu que “Ramanujan, no que diz respeito ao gênio *natural*, estava na classe de Gauss e Euler, mas não podia, em virtude das falhas da sua educação e do fato de ter entrado em cena muito tarde na história da matemática, ter a esperança de fazer uma contribuição na mesma escala.”¹⁵

Como já havíamos antecipado, um elemento que contribui para se pensar numa rede rizomática da capacidade para a matemática é a hereditariedade. “Muitos matemáticos, de ambos os sexos, são de famílias de matemáticos, dando origem a brincadeiras sobre a existência de um gene matemático”.¹⁶ Essa é uma questão sobre a qual os textos metamatemáticos despertam o interesse de investigação, já que isso é evidenciado pelos narradores. Por exemplo, “os Bernouli podiam tranquilamente afirmar serem a mais matemática das famílias, tendo produzido oito das mentes mais extraordinárias da Europa em apenas três gerações”.¹⁷ Entre as mulheres, parece que a hereditariedade pode ter exercido poder mais evidente. Sophie Germain, Hipácia (séc. IV a. C.), Maria Agnesi (1718), Noether considerada por Einstein como “o mais significativo gênio matemático criativo produzido desde

¹⁴ HARDY, 2000. p. 104

¹⁵ SNOW, Apud HARDY, 2000. p. 28.

¹⁶ SINGH, 1999. p.116.

que as mulheres começaram a cursar os estudos superiores”¹⁸, todas são filhas de matemáticos. Haveria, portanto uma hereditariedade subjacente que determina a identidade do cérebro com uma ou outra área da inteligência humana, isto é, um gene matemático? Não seriam idéias construídas pelos discursos?

Com relação à mulher, há um discurso construído pelos conceitos populares e pelo discurso hegemônico falocêntrico de que ela tem cabeça leve e não aprenderia matemática, então, conclui-se que não teria esse gene. Isso pode ter sido responsável pelo preconceito que levou as matemáticas a uma vida tão dura e tão cercada de desrespeito e falta de consideração. Hipácia, na Alexandria, foi arrancada de sua carruagem, teve suas roupas arrancadas, seu corpo arrastado para dentro da igreja, a carne esfolada de seus ossos com ostras afiadas e seus membros ainda palpitantes foram atirados ao fogo por Pedro, o Leitor e seu fanáticos seguidores. Isso aconteceu porque Cirilo, Patriarca da Alexandria, instigou as massas contra ela, a primeira mulher a fundar de uma escola de matemática. Sophie Germain teve de esconder-se sob o nome de um estudante que mudara da escola, Monsieur Le Blanc, para freqüentar uma universidade. À Maria Agnesi, famosa por seus tratados sobre as tangentes às curvas e reconhecida como um dos melhores matemáticos da Europa, foi-lhe recusada várias vezes uma vaga para pesquisar na Academia Francesa e em muitas instituições acadêmicas na França, embora os matemáticos de toda a Europa reconhecessem seus conhecimentos. Também Noether, embora respeitada por Einstein, sofreu preconceitos. Um matemático, Edmund Landau, ao ser perguntado se Noether seria uma grande matemática teria dito sobre sua colega: “Eu posso testemunhar que ela é um grande matemático, mas se ela é uma mulher eu não posso garantir.”¹⁹ Emmy Noether também teve negado seu pedido para lecionar na Universidade de Göttingen. De todos os países europeus, segundo Simon Singh, a França era o mais preconceituoso quanto a mulheres instruídas, declarando que a matemática era inadequada para as mulheres e além de sua capacidade mental.

No capítulo nove de *O homem que calculava*, Beremiz Samir, o calculista, é convidado a lecionar para a filha de um Xeque. Porém, ao demonstrar a

¹⁷ SINGH, 1999. p. 91.

¹⁸ SINGH, 1999. p. 118.

¹⁹ SINGH, 1999. p. 116.

necessidade de que sua filha aprendesse matemática, o Xeque narra a sua dificuldade em conseguir um professor mediante o que ouvira:

Quem quisesse ensinar canto a uma girafa, cujas cordas vocais não podem produzir o menor ruído, perderia o tempo e teria trabalho inútil. A girafa, por sua própria natureza, não poderá cantar. Assim, o cérebro feminino (...) é incompatível com as noções mais simples do Cálculo e da Geometria. Baseia-se essa incomparável ciência do raciocínio, no emprego de fórmulas e na aplicação de princípios demonstráveis com os poderosos recursos da Lógica e das Proporções. Como poderá uma menina (...) aprender fórmulas de Álgebra e teoremas da geometria? Nunca! É mais fácil uma baleia ir a Meca, em peregrinação, do que uma mulher aprender matemática. Para que lutar contra o impossível?²⁰

É claro que, não havendo incentivo para que um cérebro produza e processe informações, essas têm menos chances de serem produzidas e até nem o serem. Se o cérebro feminino durante tanto tempo foi considerado incapaz de processar conhecimentos matemáticos ou compreendê-los e essa ciência não aconselhada para as mulheres, é mais do que compreensível que ele se restrinja àquilo que lhe é dado como estímulo. O modo preconceituoso para com a capacidade feminina de aprender matemática era tão arraigado que Mary Somerville, além de os pais lhe confiscarem as velas para que não estudasse escondido à noite, o que também aconteceu com Sophie Germain, ouviu a terrível sentença: “Devemos colocar um fim nisto ou vamos ter que colocar Mary numa camisa-de-força um dia desses”.²¹ Sophie Germain reagiu escondendo velas. Mas seus pais confiscaram-lhes as roupas e agasalhos de dormir e ela, no intenso inverno, estudava enrolada nas roupas de cama, mesmo quando a tinta do tinteiro congelava, narra Simon Singh. Por sorte, o pai de Germain, mais tarde, decidiu custear suas pesquisas.

Para os cientistas, já está claro que o ambiente em que a criança nasce e cresce é determinante para seu crescimento intelectual. Quando o ser humano nasce, seu cérebro já contém o número de células que terá quando adulto. O que acontece a posteriori, já que o cérebro no adulto aumenta de peso e de tamanho, é

²⁰ TAHAN, 2001. p. 63.

²¹ SINGH, 1999. p. 119.

que se desenvolvem as fibras nervosas e se estabelecem novas conexões, responsáveis pela alteração. Se não há quantidade equivalente aos homens de mulheres que desenvolveram interesse pela matemática pode não ser porque as mulheres têm cérebros leves. Um dos motivos pode ser que, por não serem estimuladas, as conexões não aconteceram para o desenvolvimento dessa área do conhecimento. No entanto, quanto ao gênio natural, aquelas que se dedicaram à matemática parecem comprovar a existência de uma habilidade própria para a área cujo desenvolvimento independeu do meio em que viviam e extrapolou as próprias condições impostas, já que foram até mesmo proibidas de estudar.

Além disso, a idéia de que a mulher desenvolveria mais o lado emocional e menos o lado racional, por isso, não aprenderia matemática não encontra mais a aquiescência geral. No trabalho pioneiro *The nature of mathematical discovery*, Henri Poincaré destrói o mito do matemático como um ser totalmente racional.²² Changeux afirma que “o cérebro se comporta como uma máquina evolutiva. Ele evolui segundo um modelo darwiniano, simultaneamente a vários níveis, e de acordo com várias escalas de tempo.”²³ Assim, é possível crer que inteligências especiais como a de Hardy que “mostrou um QI excepcionalmente alto tão logo aprendeu a falar, ou mesmo antes e que, aos dois anos escrevia números de milhões (um sinal comum de capacidade matemática)”²⁴, como a do personagem Beremiz Samir, que tinha grande habilidade até em contar folhas de árvores enormes, camelos de uma cáfila pelo conjunto de orelhas e patas e viveiros de pássaros esvoaçantes, sejam impossíveis de serem produzidas apenas por acúmulo de informações e associações. Na matemática, inclusive, é comum se acreditar nos insights e nas visões durante o sono. Ramanujan se dizia visitado durante a noite pela deusa Namakiri, Tio Petros tinha delírios e sonhos em que os números se personificavam e ele próprio esperava ter uma iluminação em sonho e chegou a lidar com uma hipótese para a resolução da Conjectura, baseada em um sonho que tivera. Poincaré “atribui ênfase especial ao papel do inconsciente em pesquisa. Na maioria das vezes, afirma Poincaré, as grandes descobertas acontecem inesperadamente, em uma revelação súbita que vem em um momento de repouso.”²⁵

²² DOXIADIS, 2001.p. 78.

²³ CHANGEUX, 1996. p. 185 -186.

²⁴ SNOW, apud HARDY, 2000. p. 7.

²⁵ DOXIADIS, 2001. p. 78.

Outro aspecto visivelmente presente nos textos é a obsessão. É possível que nos respondessem que existem obsessivos em todas as profissões. E concordamos com isso. Mas a descrição do comportamento obsessivo de uma grande quantidade de matemáticos, isso considerando apenas os mais conhecidos e as obras observadas, é intrigante. A personagem Tio Petros, de Doxiadis, era tão obsessiva que mal suportava a presença da família, não visitava parentes, amigos, não freqüentava a sociedade, teve apenas uma paixão de adolescência que o acompanhou em memória pela vida e se isolava cada vez mais em seu labirinto particular. Euler era tão apaixonado e dedicado à matemática que era capaz de produzir vários trabalhos criativos em um dia. Simon Singh narra que ele não desperdiçava tempo e que “mesmo quando segurava um bebê com uma das mãos, a outra estava escrevendo uma demonstração num papel.”²⁶ Com exceção de Theano, esposa de Pitágoras, e Sonya Kowalevsky, as demais matemáticas não se casaram. Sonya Kovalevsky, ao se casar com o matemático Vladimir Kovalevsky, sob o acordo de um relacionamento platônico, na verdade casava-se com a matemática. Em *O último teorema de Fermat* Simon Singh narra que Hipácia era tão obsessiva pela matemática que quando perguntada por que não se casara ela respondia que já era casada com a verdade. Muitos matemáticos também permaneceram solteiros, como a personagem Tio Petros, de Doxiadis, Hardy, Godel.

A obsessão leva ao isolamento e à solidão. “A solidão do pesquisador que trabalha com matemática original é diferente de qualquer outra.”²⁷ Ele habita um universo que é inacessível ao homem comum. Por isso, “a única comunidade a que o matemático criativo pode pertencer é a de seus pares”²⁸ Mesmo assim, é comum matemáticos se isolarem da sua comunidade. Quando Sophie Germain leu que “Arquimedes, durante a invasão romana em Siracusa, estava tão entretido, estudando uma figura geométrica desenhada na areia da praia, que deixou de responder a uma pergunta de um soldado romano e foi morto com uma lança”,²⁹ concluiu que se alguém se envolvia tanto e tão integralmente com a matemática a ponto de ser morto, a matemática devia ser o assunto mais interessante do mundo. Isso decidiu qual seria sua única ocupação na vida: dedicar-se à matemática.

²⁶ SINGH, 1999. p. 93.

²⁷ DOXIADIS, 2001.p. 75.

²⁸ DOXIADIS, 2001.p. 75.

²⁹ SINGH, 1999. p. 118.

O estudo da matemática leva ao isolamento pessoal porque exige abstração, o que pode estar relacionado à obsessão. As narrativas perpassam a idéia de que a matemática é uma área que só reconhece os melhores; esse tipo particular de seleção natural oferece apenas o fracasso como alternativa à glória. O fim de Gödel é descrito na ficção de Doxiadis como uma deplorável visão do pai do Teorema da Incompletude forrado com camadas de roupa quente, o grande Kurt Gödel, como um velho patético e transtornado bebendo sua água quente aos golinhos, em total isolamento, naquela sala do Instituto de Estudos Avançados. A matemática é tão abstrata que Jung, num seu artigo sobre sua aprendizagem relata como se sentia diante dessa disciplina.

A álgebra parecia tão óbvia para o professor, enquanto que para mim os próprios números nada significavam não eram flores, nem animais, nem fósseis, nada que se pudesse representar, mas apenas quantidades que se produziam, contando. A minha grande confusão era saber que as quantidades podiam ser substituídas por letras - que são sons, de forma que se podia ouvi-las.

E mais adiante:

Eu achava excessivamente arbitrário exprimir os números por sons. Porque, então, não fazer de a uma amoreira, de b uma bananeira, de x um ponto de interrogação? a, b, c, x e y nada me significam e, segundo me parecia, esclareciam menos acerca do número do que a amoreira, por exemplo! Entretanto, o que mais me irritava era o princípio: "se $a=b$ e se $b=c$, então $a=c$." Tendo sido dado, por definição, que a é diferente de b, por conseguinte não pode ser igual a b, e ainda menos de c. Quando se trata de uma igualdade, diz-se que $a=a$, $b=b$, etc. Mas dizer que $a=b$ me parecia uma fraude evidente, uma mentira.

A habilidade para atingir essa imprescindível abstração parece privilegiar cérebros jovens. "Euler e Gauss podem ter trabalhado e produzido teoremas até uma idade avançada, no entanto suas descobertas principais foram realizadas nos

primeiros anos da juventude.”³⁰ Newton, um dos três maiores matemáticos do mundo renunciou à matemática aos cinquenta, aos quarenta sabia que sua criatividade havia se esgotado. Suas maiores idéias, o cálculo diferencial e a lei da gravitação, surgiram em 1666, quando ele tinha vinte e quatro anos. O próprio Newton declarou: “naqueles dias eu estava na flor da idade para a invenção e importava-me com a matemática e a filosofia mais do que em qualquer outra época desde então”³¹. Newton foi produtivo até aos trinta e sete, quando fez a descoberta da órbita elíptica. Galois morreu com vinte e um anos, Abel com vinte e sete, Ramanujan com trinta e três, Riemann com quarenta. E, na visão do sobrinho narrador em *Tio Petros e a Conjectura de Goldbach*, os matemáticos não são nada venturosos:

Quando retornei à minha universidade, depois da visita a Sammy, consultei a biografia dos grandes matemáticos que haviam feito parte da história de meu tio. Dos seus mencionados na narrativa, apenas dois, três no máximo, haviam tido uma vida pessoal que podia ser considerada mais ou menos feliz. E esses dois, Carathéodory e Littlewood, eram, em termos comparativos, os menos importantes dos seis.³²

Foi talvez a angústia da perda do poder de criação, provocada pela idade, que tenha contribuído para a desistência de Hardy de viver. Após esse ter tentado o suicídio, C. P. Snow visita-o e nos deixa o seguinte relato: [Hardy] “estava contente por eu ter voltado a escrever livros: a vida criativa era a única vida digna de um homem de verdade. Quanto a si, quisera poder viver a vida criativa outra vez, exatamente como antes: sua vida estava acabada..”³³ Não estar criando nada novo ou ainda fracassar em uma pesquisa parece ser crucial para o destino do matemático. Por isso a Teoria da Incompletude de Gödel desespera tanto. “O mundo no qual nos movemos comporta diversas bifurcações possíveis. Este é todo o seu significado. Uma vez atribuída uma resposta à questão, podemos continuar e nos colocar novas questões. Antigas questões que não o eram tornam-se decidíveis.. Cada questão indecidível cria uma bifurcação e impõe uma escolha.”³⁴ Desespera

³⁰ DOXIADIS, 2001.p. 65.

³¹ HARDY. 2000,p.68.

³² DOXIADIS, 2001.p.128.

³³ SNOW, apud HARDY, 2000. p. 50.

³⁴ CONES, 1996. p. 174.

porque, para um matemático, seguir um caminho significa investir contra o tempo. Há matemáticos que dedicaram toda uma vida à solução de um enigma. E os deixam insolúveis como o último teorema de Fermat, cuja solução demorou 358 anos para ser apresentada. Tio Petros dedica toda sua vida à solução da Conjectura de Goldbach e tropeça na possibilidade da indecidibilidade, depois até de ter mudado de linha de pesquisa. O preço é muito alto.

Os exemplos de *enfants terribles* da matemática citados na narrativa de meu tio - Srinavasa Ramanujan, Alan Turing, Kurt Gödel e ele próprio - me haviam feito pensar duas vezes sobre minha real chance de atingir a grandeza matemática. Esses eram homens que aos vinte e cinco anos, ou até menos, haviam abordado e resolvido problemas de uma dificuldade inconcebível e de uma importância enorme. Nesse ponto, sem dúvida, puxei a meu tio: não queria ficar na mediocridade e terminar como "uma tragédia ambulante", para usar suas próprias palavras.

Ramanujan tentou suicídio duas vezes. Também Alan Turing se matou, aos 27 anos. Singh reporta a observação de Andrew Hodges, biógrafo do criador dos computadores mais avançados do mundo, mas que não viveu para ver seus cálculos mais notáveis: "Todos sabiam que ele era uma pessoa tensa e infeliz, que estava se consultando com um psiquiatra e que sofrera um golpe que derrubaria muitas pessoas. Mas já tinham se passado dois anos do julgamento e o tratamento com hormônios tinha terminado no ano anterior."³⁵ O golpe de que Hodges nos fala foi a prisão de Alan Turing por violação das leis britânicas sobre homossexualidade.

Outro suicida foi Tanyama, companheiro de pesquisa de Shimura, considerados a dupla matemática mais bem sucedida. Aos trinta e um anos, decide não mais viver e deixa um bilhete em que relata: "quanto à causa do meu suicídio, eu mesmo não a entendo completamente, mas não é o resultado de um incidente em particular ou de uma questão específica. Só posso dizer que estou num estado mental em que perdi a confiança em meu futuro."³⁶

Essa sensação de impotência diante do tempo está presente na apologia de Hardy já que para ele era evidente que sua vida, fosse qual fosse o seu valor, estava

³⁵ SINGH, 1999. p. 168.

³⁶ SINGH, 1999. p. 197.

acabada e já não havia mais nada que ele pudesse fazer para aumentar ou diminuir o seu valor. O sobrinho-narrador de Doxiadis afirma que “[e]m qualquer outra área, Petros, aos vinte e quatro, seria um principiante de futuro, com anos de excelentes oportunidades de criação à sua frente. Em matemática, entretanto, já havia atingido o auge de sua capacidade.”³⁷

O tempo de produtividade criativa do cérebro do matemático parece ser muito curto. Hardy afirma que não conhecia nenhum grande avanço matemático realizado por um homem com mais de cinquenta anos.³⁸ E mais adiante, reforça a sua afirmativa de que a idade está relacionada com o desempenho do matemático já que, para ele, “se um homem de idade madura perde o interesse pela matemática e a deixa de lado, é improvável que a perda seja muito séria para a matemática ou para ele mesmo.”³⁹ Assim, os textos metamatemáticos registram a angústia dos matemáticos diante do passar do tempo e da perda da capacidade criativa.

De acordo com as narrativas, a matemática também parece ser um exercício excitante para o cérebro que a aprecia ou tem o dom para desenvolvê-la. O espírito competitivo faz parte do interesse dos matemáticos pelos desafios e pelas proposições de enigmas que duram séculos sem serem solucionados, segundo os textos lidos. “Embora a matemática tenha suas aplicações na ciência e na tecnologia, não é isso que impulsiona os matemáticos. Eles são atraídos pela alegria da descoberta.”⁴⁰ Doxiadis expõe essa mesma opinião. Para ele, “embora, talvez, os membros mais espiritualizados da comunidade científica sejam indiferentes aos ganhos materiais, não há um dentre eles que não seja guiado pela ambição e por um forte impulso competitivo.”⁴¹

Foi esse mesmo espírito competitivo que fez com que a personagem Tio Petros se isolasse do mundo e da comunidade a que pertencia. Essa personagem é ficcionalizada como o colaborador da tríade de matemáticos Hardy/Ramanujan/Littlewood, mas a abandona temendo compartilhar suas descobertas. Assim, deixa de saber das pesquisas e publicações recentes e, por isso, quando comunica resultados parciais de seu trabalho, descobriu que dois outros estudiosos já as haviam publicado. A obsessão em ser o número 1 era tão

³⁷ DOXIADIS, 2001.p. 65.

³⁸ HARDY, 2000. p. 69.

³⁹ HARDY, 2000. p. 69.

⁴⁰ SINGH, 1999. p. 158

⁴¹ DOXIADIS, 2001.p. 64.

grande que , embora gostasse de Ramanujan, Tio Petros vê alívio da ameaça de que alguém descobrisse a solução da Conjectura primeiro, quando esse matemático morreu, pois ele acreditava que só o jovem indiano poderia chegar a esse feito. Abordado certa tarde pelo jovem matemático Alan Turing que lhe pedia a tradução de um artigo em alemão, tomou conhecimento por meio dele que se tratava do Teorema da Incompletude de Gödel. Posteriormente, seu desespero ao conhecer o franzino jovem Gödel levou-o a agredi-lo em busca da resposta da terrível pergunta: a conjectura de Goldbach incluir-se-ia entre os indecidíveis?

O estudioso da matemática gosta da prática de exercícios mentais O prazer em pesquisar parece ter sido a melhor das atividades de Hardy já que ele não gostava de ensinar. Ele sempre teve muito tempo para as pesquisas, que foram em suas próprias palavras “a única grande felicidade permanente da minha vida”. “Tive facilidade para trabalhar com os outros e colaborei em grande escala com dois matemáticos excepcionais, e isso me permitiu dar à matemática uma contribuição muito maior do que eu poderia razoavelmente esperar⁴². Com efeito, a juventude criativa de Ramanujan na tríade fez durar a vida produtiva de Littlewood e de Hardy.

A proposição e solução de problemas, jogos e enigmas na verdade, é o ponto forte dos romances e narrativas de que tratamos. *O último Teorema de Fermat* narra “a história do enigma que confundiu as maiores mentes do mundo durante 358 anos”.⁴³ Também a obra de Doxiadis se codnomina “um romance sobre os desafios da Matemática”⁴⁴. Malba Tahan apresenta a saga de Beremiz Samir, o homem que calculava, que, viajando pelas terras da Arábia, encontra sempre enigmas que lhe são propostos e os quais ele soluciona. Por meio de uma narrativa envolvente, os problemas são propostos. Malba Tahan, misturando ficção, lógica, matemática, filosofia e cultura árabe elabora uma obra que desperta o interesse pela matemática, em que situações são simuladas para que os números se apliquem ao contexto narrativo.

Chamou-nos à atenção ainda, na leitura dos textos abordados, a consciência de que a matemática está intrinsecamente relacionada a outras áreas do saber. Quando G.H. Hardy declarou em 1940 que a melhor matemática é na sua maior parte inútil, ele acrescentou, rapidamente, que isto não era necessariamente ruim. “A

⁴² HARDY, 2000, p. 138.

⁴³ SINGH, 1999, capa.

⁴⁴ DOXIADIS. 2001, capa.

verdadeira matemática não tem efeito sobre a guerra. Ninguém, até agora, descobriu qualquer utilidade bélica para a teoria dos números.”⁴⁵ Logo se demonstraria que Hardy estava errado. Sem a matemática, como lidar com a logística e, sem a logística, como teria sido a guerra contra o Iraque?

Para Hardy, fazer matemática é fazer arte porque ele vê na sua prática a função estética e a catártica e a vê como um jogo. “O estudo da matemática é uma ocupação que, apesar de pouco lucrativa, é perfeitamente inofensiva e inocente.”⁴⁶, teria ele dito. O pobre Hardy presenciou em seu tempo, a utilização da matemática e dos matemáticos com fins bélicos, quando seus colegas serviram na guerra e ele só não ficou mais angustiado porque trabalhava com Ramanujan. Mas calou-se sobre isso. Para Hardy, “a matemática ‘de verdade’ dos matemáticos de ‘verdade’, a matemática de Fermat, Euler, Gauss, Abel e Riemann, é quase totalmente ‘inútil’.(...) Não é a utilidade do seu trabalho que dá sentido à vida de um matemático profissional.”⁴⁷ Talvez a facilidade natural de Hardy para a matemática e seu sucesso precoce, somados ao fato de ele mesmo ter declarado que nunca se preocupou com dinheiro nem com trabalho, tenha produzido nele esse sentimento estético para a matemática. Porém ele não é o único a pensar a matemática como arte. Pedro Tavares considera que ela “possui também um valor filosófico, de que aliás, ninguém duvida; um valor artístico, ou melhor, estético, capaz de lhe conferir o direito de ser cultivada por si mesma, tais as numerosas satisfações e júbilos que essa ciência nos proporciona”.

Hardy vê a matemática como uma arte e “de todas as artes e ciências, a mais austera e a mais inacessível, e o matemático, dentre todos os homens, é o que mais facilmente pode procurar refúgio onde, como diz Bertrand Russell, ‘pelo menos um dos nossos mais nobres impulsos pode escapar ao exílio do mundo real’”⁴⁸ O efeito catártico, conceito caro a Aristóteles, é atribuído à matemática, como à literatura.

O pensamento platônico de Hardy leva-o a comparar a matemática com a literatura várias vezes. Para ele, as realizações da matemática podem até ser pequenas, “mas têm certo caráter de permanência; e ter produzido qualquer coisa que, embora pequena, conserve permanentemente o seu interesse – seja uma coletânea de poesias, seja um teorema geométrico – equivale a ter feito algo que vai

⁴⁵ SINGH, 1999. p. 159.

⁴⁶ HARDY, 2000. p. 69.

⁴⁷ HARDY, 2000. p. 112.

muito além da capacidade da imensa maioria dos homens”.⁴⁹ Ao afirmar a permanência do número com mais durabilidade do que as palavras, já que os matemáticos trabalham com as idéias, Hardy nos confirma seu pensamento platônico. O poeta lida com as palavras, como o pintor lida com as cores. “O matemático, por outro lado, não tem outro material com que trabalhar a não ser as idéias, e, portanto, é provável que seus desenhos durem mais, já que as idéias se esgarçam menos com o tempo do que as palavras.”⁵⁰ “Na verdade, porém, há algo a dizer, já que existe pelo menos um objetivo a que a matemática de verdade pode servir na guerra. Quando o mundo enlouquece, o matemático pode encontrar na matemática um sedativo incomparável.”⁵¹ Em sua pureza e ingenuidade própria do artista que se entrega ao deleite de sua arte, como um amante que defende os defeitos de sua amada, Hardy inocenta a matemática e o matemático de sua responsabilidade na guerra.

Ele admite que não há dúvida de que pelo menos uma parte da matemática tem utilidade e que os “engenheiros não poderiam trabalhar sem um razoável conhecimento operacional de matemática, e a matemática está começando a encontrar aplicações até mesmo na fisiologia”.⁵² A consciência da transmigração do conhecimento estaria aí presente. “A matemática de Whitehead pode afetar profundamente a astronomia ou a física, pode afetar bastante a filosofia – uma espécie de pensamento elevado sempre tem probabilidade de afetar outra espécie de pensamento elevado”⁵³. Vemos a literatura como uma espécie de pensamento elevado, dado seu grau de simulação de mundos e de interferência nos modos de ser e de pensar humanos. Sendo uma das mais antigas práticas culturais, principalmente no ato de narrar, constitui-se como instrumento de arquivo de história e memória, ao mesmo tempo que reflete sobre o humano e não raro tem sido usada como forma de ensinamento nas várias modalidades do saber, por meio da representação do mundo.

Esses aspectos apontados em nosso trabalho apenas servem para manter a discussão sobre o papel da literatura como elemento de unificação do diverso, do disperso e do fragmentado modo de lidar com o conhecimento. Muitos outros

⁴⁸ HARDY, 2000. p. 133.

⁴⁹ HARDY, 2000. p. 73.

⁵⁰ HARDY, 2000. p. 80.

⁵¹ HARDY, 2000. p. 133.

⁵² HARDY, 2000. p. 109.

aspectos latentes poderiam ser abordados, mas faz-se necessária a restrição. Para Weil, “a arte procura não só refletir em muitos aspectos a produção científica e tecnológica como também os materiais que são produtos da tecnologia científica.”⁵⁴ Desse modo, percebemos que a arte pode lidar com efetividade com o saber em rede como hoje ele se processa, oferecendo-se como fronteira transmigratória de saberes e como ponte transgressora dessas mesmas fronteiras, como o é a literatura.

Se a não separatividade entre as áreas de conhecimento já era praticada pelos pré-socráticos e já fazia parte da experiência transpessoal dos místicos de todas as tradições culturais ou fora dela, a prática da transdisciplinaridade potencializa as ações favoráveis para um debate mais evidente e efetivo das práticas culturais de se lidar com esse conhecimento. Daí concluímos que é proveitoso pensar a literatura como importante operador reticular do conhecimento do conhecimento, como inestimável instrumento de reflexão sobre a prática dos saberes diversos e que, além disso, ainda funciona como arquivo de dados sobre a alma humana, de suas angústias, de suas obsessões, de seus sofrimentos, de sua dor, de seu prazer e de seus comportamentos diante dos questionamentos sobre si mesmo e o mundo em que vive. As narrativas metamatemáticas constituem-se fonte de pesquisa transdisciplinar e facilitariam o debate sobre essa área do conhecimento, sua prática e a especificidade daqueles que com ela lidam.

BIBLIOGRAFIA

CHANGEUX, Jean-Pierre; CONNES, Alain. **Matéria e pensamento**. Trad. Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: UNESP, 1996.

DOMINGUES, Ivan (org). **Conhecimento e transdisciplinaridade**. Belo Horizonte: Editora UFMG/IEAT/UFMG, 2001.

DOXIADIS, Apostolos. **Tio Petros e a Conjectura de Goldbach**: um romance sobre os desafios da matemática.. São Paulo: Ed. 34, 2001. (Tradução: Cristiane Gomes de Riba)

REVISTA GALILEU maio, 1999, ano 8, n. 94.

TAHAN, Malba. **O homem que calculava**. 55. ed. São Paulo/Rio de Janeiro: Record, 2001.

HARDY, G. H.. **Em defesa de um matemático**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

⁵³ HARDY, 2000. p. 109.

⁵⁴ WEIL. 1993, p. 20.

SINGH, Simon. **O último Teorema de Fermat..** São Paulo/Rio de Janeiro: Record, 1999 (Tradução: Jorge Luiz Calife)

WEIL, Pierre (et al.). **Rumo a nova transdisciplinaridade:** sistemas abertos de conhecimento. São Paulo: Summus, 1993.

DADOS DA AUTORA:

Leni Nobre de Oliveira

Especialista em Literatura brasileira pela PUC

Mestre em Teoria da Literatura pela UFMG

Doutoranda em Literatura Comparada pela UFMG

Pesquisadora sobre processos de canonização pela FAPEMIG

Professora do Curso de Letras da FaFi/Sete Lagoas.

Telefone: 31. 3377-0994

0508CC A Linguagem no Processo da Aquisição do Conhecimento Matemático

Flávia Trópia Barreto de Andrade

RESUMO

No ensino da Matemática, detecto muitos pontos críticos e “ruídos” na comunicação entre alunos e professores dentro da sala de aula. Um destes pontos pode estar nos tipos de exemplos e analogias que os professores têm usado em sua linguagem, para proporcionar aos alunos maior compreensão de conceitos específicos em Matemática, de maneira que isso pode estar gerando visões limitadas ou distorcidas destes conceitos. Como professora, sinto dificuldade em trabalhar com a linguagem matemática dentro da sala de aula, já que é muito formal e distante da realidade de nossos alunos.

Portanto: a linguagem matemática é dificultadora no processo da aprendizagem da Matemática? Como trabalhar o significado matemático através dos textos? Afinal, de onde vem o significado matemático? Como trabalhar, então, alunos críticos na área da Matemática? Como utilizar a nossa linguagem para mediar o conhecimento matemático? Este artigo discute um pouco da linguagem usada dentro da sala de aula, tentando entender por que Língua Materna $\times$ Língua Matemática e por que não Língua Materna $\cup$ Língua Matemática.

1. Introdução

A linguagem é importante para a compreensão de qualquer atividade humana. É através dela que tentamos nos expressar e que procuramos nos corresponder com o mundo e com as outras pessoas ao nosso redor. Nela está contida diversas formas de manifestação. Dentre elas estão a fala, a escrita, os gestos e o pictórico, permitindo assim que regiões do conhecimento sejam desenvolvidas. É importante ressaltar que o conhecimento real se dá quando aplicamos aquilo que aprendemos, ou seja, ao sermos capazes de colocar em prática aquilo que teoricamente conhecemos. Na verdade, a comunicação e a possibilidade de se fazer compreender é um grande desafio não só para as diversas áreas do conhecimento, mas para a maioria das áreas profissionais, amorosas e todas outras que exijam o convívio de diferentes pessoas, com diferentes formações e possibilidades diversas de se expressar e de procurar uma maneira para estabelecer uma interação produtiva e comum.

Na escola, assim como em diversos outros lugares, trabalhamos constantemente com a linguagem, estando presente em diversos momentos na sala de aula. Na interação entre professor e aluno, percebemos que o objetivo do professor é auxiliar o desenvolvimento de seus alunos promovendo a compreensão de tudo àquilo que é falado ou lido, pois é ele o mediador neste processo cognitivo. O professor precisa entender o que será falado e transmitido e de procurar a maneira certa de adequar sua fala ou escrita tornando-a acessível ao aluno. Nesse processo além da compreensão do novo conteúdo, deve existir um canal, ou via de acesso, entre a fala do professor e a do aluno, aproximando seus mundos e fazendo com que a comunicação entre eles se torne mais clara e direta. Assim, o professor deve se preocupar em estar sempre em sintonia com as diferentes formas de manifestação da comunicação, se apropriar de cada uma dessas formas e ser capaz de identificar o momento propício em que cada uma deve ser utilizada nos diferentes momentos de interação entre ele e o aluno.

A linguagem matemática está dentre as formas de conhecimento que detém uma linguagem particular, restrita ao mundo específico da Matemática, devido à sua infinidade de símbolos, de letras gregas, de abreviações e de regras que usamos para escrever e explicar os diferentes conteúdos da matemática. Dessa maneira, como lidar com as diversas formas de manifestação da linguagem com os conhecimentos já adquiridos ao longo da história do homem na sala de aula, dentro

dos diversos domínios matemáticos: algébricos, geométricos, aritméticos, gráficos, estatísticos, dentre outros? Como usar a linguagem de forma mais clara e significativa no ensino da matemática?

No caso do ensino da Matemática, detecto muitos pontos críticos e “ruídos” na comunicação entre alunos e professores dentro da sala de aula. Um destes pontos pode estar nos tipos de exemplos e analogias que os professores têm usado em sua linguagem, para proporcionar aos alunos maior compreensão de conceitos específicos em Matemática, de maneira que isso pode estar gerando visões limitadas ou distorcidas destes conceitos. Como professora, sinto dificuldade em trabalhar com a linguagem matemática dentro da sala de aula, já que é muito formal e distante da realidade de nossos alunos.

Portanto: a linguagem matemática é dificultadora no processo da aprendizagem da Matemática? Como trabalhar o significado matemático através dos textos? Afinal, de onde vem o significado matemático? Como trabalhar, então, alunos críticos na área da Matemática? Como utilizar a nossa linguagem para mediar o conhecimento matemático? Desse modo, venho através deste, discutir um pouco da linguagem usada dentro da sala de aula, tentando entender o porquê da Língua Materna $\times$ Língua Matemática e porque não Língua Materna $\cup$ Língua Matemática.

2. A Questão da Linguagem no Processo de Aquisição do Conhecimento

2.1 – A linguagem sob a perspectiva de Vygotsky

Linguagem é o uso da palavra articulada ou escrita como meio de expressão e de comunicação entre pessoas, tudo quanto serve para expressar idéias, sentimentos, modos de comportamento, etc. A questão da linguagem e suas relações com o pensamento é um dos temas centrais das investigações de Vygotsky (1989). Este trabalha com duas funções básicas da linguagem: intercâmbio social e pensamento generalizante.

A principal função da linguagem é a de intercâmbio social: é para se comunicar com os seus semelhantes que o homem cria e utiliza os sistemas de linguagem. Para que a comunicação entre outros indivíduos seja eficaz, não basta manifestar-se como um bebê, é necessário que sejam utilizados signos que traduzam idéias, sentimentos, vontades, pensamentos e que sejam compreensíveis pelos outros.

A segunda função da linguagem, pensamento generalizante, ordena o mundo real, agrupando todas as ocorrências de uma mesma classe de objetos, eventos e situações sob uma mesma categoria conceitual. A função do pensamento generalizante torna a linguagem um instrumento de pensamento: a linguagem fornece os conceitos e as formas de organização do real que constituem a mediação entre o sujeito e o objeto de conhecimento.

O pensamento e a linguagem têm origens diferentes e desenvolvem-se segundo trajetórias diferentes e independentes, antes que ocorra a estreita ligação entre esses dois fenômenos. Para Vygotsky (1989), a compreensão das origens e das trajetórias desses fenômenos só é possível através da filogênese e da ontogênese.

Em seus estudos, Vygotsky (1989) detectou formas de funcionamento intelectual e formas de utilização de linguagem que poderiam ser tomadas como precursoras do pensamento e da linguagem no ser humano. Descobriu a “inteligência prática”, onde os animais utilizam instrumentos mediadores entre eles e o ambiente para resolver determinados problemas (alteração do ambiente para obtenção de determinados fins) e que, além disso, utilizam uma linguagem própria. Emitem sons e fazem uso de gestos e expressões faciais que têm função de alívio emocional, mantendo assim contato psicológico com os outros membros do grupo. Desse modo existe a trajetória do pensamento desvinculado da linguagem e a trajetória da linguagem independente do pensamento. Num determinado momento do desenvolvimento da evolução da espécie, essas duas trajetórias se unem e o pensamento se torna verbal e a linguagem racional. A união desses dois pontos é um momento crucial no desenvolvimento da espécie humana, momento em que o biológico transforma-se no sócio-histórico.

Quando os processos de desenvolvimento do pensamento e da linguagem se unem, surgindo assim o pensamento verbal e a linguagem racional, o ser humano passa a ter a possibilidade de um modo de funcionamento mais sofisticado, mediado pelo sistema simbólico da linguagem. O pensamento verbal passa a predominar na ação psicológica tipicamente humana.

Analisando as relações entre pensamento e linguagem, Vygotsky (1989) pontua a importância do significado designando-o como componente essencial da palavra onde pensamento e fala se unem em pensamento verbal. É no significado que se encontra a unidade das duas funções básicas da linguagem: o intercâmbio social e o

pensamento generalizante. São os significados que vão propiciar a mediação simbólica entre o indivíduo e o mundo real, determinando assim o que o indivíduo é capaz de compreender no mundo e agir sobre ele.

O processo de transformação de significados ocorre de forma clara nas fases iniciais do aprendizado da linguagem, quando todo o vocabulário e o conhecimento sobre o mundo concreto em que está inserido crescem muito rápido baseados em sua experiência pessoal. Mas os significados continuam a serem transformados durante todo o desenvolvimento do indivíduo, sendo moldado e aprimorado quando se inicia o processo de aprendizagem escolar. Teremos então a intervenção do educador na formação da estrutura conceitual das crianças e adolescentes. As transformações de significado não ocorrem apenas a partir do cotidiano vivido, mas, principalmente, a partir de definições, referências e ordenações de diferentes sistemas conceituais, mediadas pelo conhecimento já consolidado na cultura. No caso específico do conhecimento escolar, o referencial privilegiado dos sistemas conceituais é o saber acumulado nas diferentes disciplinas científicas.

Ao utilizar a linguagem, o ser humano é capaz de pensar de uma forma que não seria possível se ela não existisse: a generalização e a abstração só se dão pela linguagem. Mas o uso da linguagem como instrumento de pensamento supõe um processo de internalização da linguagem, ou seja, não é apenas por falar com as outras pessoas que o indivíduo dá um salto qualitativo para o pensamento verbal, ele também desenvolve o diálogo consigo mesmo. É um discurso sem vocalização voltado para o pensamento com a função de auxiliar o indivíduo nas suas operações psicológicas.

O desenvolvimento da linguagem e suas relações com o pensamento são complexos e multifacetados. Podemos sintetizar os diversos aspectos dessa discussão com as próprias palavras de Vygotsky:

"[...] a relação entre o pensamento e a palavra não é uma coisa, mas um processo, um movimento contínuo de vaivém do pensamento para a palavra, e vice-versa. O pensamento não é simplesmente expresso em palavras; é por meio delas que ele passa a existir. Cada pensamento tende a relacionar alguma coisa com outra, a estabelecer uma relação entre as coisas. Cada pensamento se move, amadurece, e se desenvolve, desempenha uma função, soluciona um problema."
(1989, p. 108)

2.2 – A linguagem sob a perspectiva de Jean Piaget

Jean Piaget foi um cientista que atuou no século passado, em Genebra, nos campos da Filosofia, Religião, Biologia, Sociologia e Psicologia. O tema de seu maior interesse e aquele que mais estudou foi “A Inteligência”. Seus estudos revolucionaram profundamente a ciência, abrindo grandes possibilidades para uma nova compreensão do Homem e de seu desenvolvimento, ao criar a Teoria Desenvolvimentista, em que vê o Homem como um ser-em-desenvolvimento.

Piaget (1955) chama de epistemologia a sua teoria do conhecimento porque está centralizada no conhecimento científico. E também de genética porque estuda as condições necessárias para que a criança chegue à fase adulta com conhecimentos possíveis a ela. Daí surge o termo psicogenética. O desenvolvimento da capacidade intelectual passa por certo número de estágios cuja ordem é constante, mas a idade em que aparece pode variar tanto com o indivíduo quanto com a sociedade no qual o indivíduo está inserido.

Analizando a questão da linguagem e do pensamento nos trabalhos desenvolvidos por Piaget (1952) podemos perceber que, todas as teorias dão à linguagem um lugar de destaque, mas Piaget dá importância ao pensamento e ao desenvolvimento, sem apelar para a linguagem da sociedade, porque o pensamento é uma atividade auto-reguladora, que se inicia antes da linguagem e vai muito além dela. A linguagem longe de facilitar o pensamento, muitas vezes, é entrave para o desenvolvimento do pensamento, uma vez que o pensamento da criança está à frente da sua linguagem. Ao longo do seu desenvolvimento a criança, adquire mecanismos formais de pensamento que vão se formando, e ela começa a relacionar situações x significados x inter-relações x comunicação para que a linguagem artificial possa acontecer.

O ensino tradicional vê o indivíduo como uma “Tábua - rasa” o qual a escola precisa enchê-lo de conteúdos. A visão de Piaget (1952) é que todo indivíduo possui seus conhecimentos não científicos ou conhecimentos espontâneos que lhe permite entender e interagir com a realidade. Esses conceitos espontâneos vão sendo formados ao longo do processo de experiência da criança. Cabe à escola ver o aluno com suas experiências e a partir dela formar os conteúdos científicos. Portanto, cabe à educação permitir à criança a realização de sua própria aprendizagem.

Segundo Piaget (1952), a boa pedagogia é aquela que permite o aluno a defrontar com situações nas quais ele próprio experimente. Tentar, manipular, propor, procurar, comparar, são alguns verbos que devem estar no planejamento de uma professora para permitir o caminhar do aluno. A finalidade da educação não é aumentar a quantidade do conhecimento-científico, mas, criar situações para que o aluno possa desenvolver suas potencialidades.

A teoria de Piaget é construtiva e não apenas interativa analítica e não vagamente baseada na experiência, transcende à linguagem e não é controlada por ela, tem motivação interna e não externa, é respeitosa às diferenças individuais dentro de uma clara perspectiva desenvolvimentista. Enfim o principal objetivo da educação é criar homens criativos e não repetitivos, é formar mentes que possam criticar e não aceitar tudo pronto.

2.3 – As divergências na maneira de conceber o processo do desenvolvimento da linguagem e do pensamento estabelecidas por Vygotsky e Piaget.

Vygotsky e Piaget percebem o indivíduo como um ser ativo, atento, que constantemente cria hipóteses sobre o seu ambiente. Há, no entanto, grandes diferenças na maneira de conceberem o processo de desenvolvimento, principalmente no que se referem à construção do real, ao papel da linguagem e a relação entre linguagem e pensamento, entre outros aspectos.

Quanto ao processo de construção real, Vygotsky discorda de que a construção do conhecimento proceda do individual para o social. Em seu entender, o indivíduo já nasce num mundo social e, desde o nascimento, vai formando uma visão desse mundo através da interação verbal com adultos e crianças mais velhas, ajustando seus significados de modo a aproximá-los cada vez mais dos conceitos predominantes no grupo social e lingüístico de que faz parte. A construção do real é então mediada pelo interpessoal antes de ser internalizada pela criança, ou seja, procede do social para o individual ao longo do desenvolvimento. Já Piaget acredita que os conhecimentos são elaborados espontaneamente pela criança, de acordo com o estágio em que se encontra. A visão particular e peculiar que as crianças mantêm sobre o mundo vai progressivamente se aproximando da dos adultos, tornando-se socializada e objetiva.

A função da fala egocêntrica proposta por Vygotsky, discurso da criança quando dialoga alto consigo própria falando “sozinha” (ou pensando alto) é

exatamente oposta àquela proposta por Piaget, que entende a fala egocêntrica como uma transição entre os estados mentais individuais não verbais, de um lado, e o discurso socializado e o pensamento lógico de outro. Piaget postula uma trajetória “de dentro para fora” do indivíduo, enquanto Vygotsky considera que é “de fora para dentro”. O discurso egocêntrico é tomado como transição entre processos diferentes para cada um deles.

Para Vygotsky, a aprendizagem (processo pelo qual o indivíduo adquire informações, habilidades, atitudes, valores, etc., tendo contato com a realidade, o meio ambiente, as outras pessoas) é um processo que se diferencia dos fatores inatos e dos processos de maturação do organismo. Lembrando a ênfase dada ao processo sócio-histórico, Vygotsky inclui a interdependência dos indivíduos envolvidos no processo, interação social à idéia de aprendizado. E, além disso, acredita que os processos se influenciam reciprocamente, de modo que, quanto mais “A”, mais “B”. Já Piaget postula que o conhecimento não pode ser dado ao indivíduo, ele tem que ser descoberto e reconstruído através de atividades.

Com relação ao papel da linguagem no desenvolvimento e a relação entre a linguagem e pensamento, Vygotsky percebe pensamento e linguagem como processos interdependentes, desde o início da vida. As aquisições da linguagem pelo indivíduo modificam suas funções mentais superiores, dando forma definida ao pensamento, possibilitando o aparecimento da imaginação, o uso da memória e o planejamento da ação. A linguagem sistematiza a experiência direta dos indivíduos e por isso adquire uma função central no desenvolvimento cognitivo, reorganizando os processos que nele estão se construindo. Por outro lado, Piaget percebe o pensamento antes da linguagem, que apenas é uma das formas de expressão do indivíduo. A formação do pensamento depende basicamente da coordenação dos esquemas sensório-motores e não da linguagem. A linguagem possibilita à criança evocar um objeto ou acontecimento ausente na comunicação de conceitos. Esta só pode ocorrer depois que a criança já alcançou um determinado nível de habilidades mentais, subordinando-se aos processos de pensamento. Estabeleceu uma clara separação entre as informações que podem ser passadas por meio da linguagem e os processos que não aparecem sofrer qualquer influência nela. Este é o caso das operações cognitivas que não podem ser trabalhadas por meio de treinamento específico feito com o auxílio da linguagem.

Sendo assim, podemos perceber que a teoria de Vygotsky privilegia o ambiente social como fator determinante para o conhecimento, assim como a linguagem, que facilita o processo do pensar do ser humano. Em contrapartida, Piaget privilegia a maturação biológica do indivíduo para sua aprendizagem. Na sua concepção, o pensamento é uma atividade auto-reguladora, e a linguagem, longe de facilitar o pensamento, muitas vezes é entrave para o seu desenvolvimento.

3. As diversas linguagens dentro da matemática

Existem vários meios de comunicação com um caráter de grande universalidade. A linguagem matemática tem também evidenciado uma certa universalidade. Essa universalidade assume a matemática como ciência exata e com intenção de fazer com que seus fundamentos assumam um certo rigor próprio da ciência. Por diversas vezes a busca pelo rigor contribuiu para criar um mundo próprio, isolado para os matemáticos e servindo como filtro seletivo denotando uma certa estrutura de poder. Por outro lado podemos também pensar que a universalidade da linguagem matemática evidencia o seu aspecto utilitário e de importância em nossa comunicação e, principalmente, para que possamos entender e compreender o contexto social e o mundo em que vivemos.

Em grande parte, aprender matemática é saber utilizar suas diferentes linguagens: simbólica, gráfica, diagramas, de conjuntos, de grafos, entre outras. Hoje em dia, as linguagens matemáticas estão presentes em quase todas as áreas do conhecimento, sendo o seu domínio fato muito importante para o contexto do dia-a-dia. Através da leitura e da escrita somos capazes de nos comunicar rompendo fronteiras geográficas e temporais, mas isso não é tudo. Ler e escrever não desrespeito unicamente a nossa língua materna, temos de compreender todas as formas humanas de interpretar, explicar e analisar o mundo. A matemática constitui uma dessas formas: tem seus códigos e suas linguagens; tem um sistema de comunicação e de representação da realidade constituído ao longo de sua história.

Ao ensinar matemática devemos privilegiar todas as linguagens em suas diferentes expressões – oral, escrita, visual – deixando de enfatizar tanto os códigos escritos. Essa maneira de ensinar possibilita ao aluno o desenvolvimento gradativo, a formação de conceitos, a utilização de um vocabulário básico mais amplo e, acima de tudo, uma aproximação entre a matemática ensinada na escola e a realidade matemática vivenciada pelo aluno. Primeiramente, o aluno deve desenvolver as

expressões e noções matemáticas através de uma linguagem natural – formas descritivas que podem substituir, num primeiro momento, certos termos próprios da linguagem matemática evidenciada pela complexidade dos símbolos. Nesse procedimento pensaremos em palavras e não em símbolos, passando pela experimentação do material para posterior verbalização, tanto oral quanto escrita, para só então chegar ao processo da linguagem simbólica.

Em nosso contexto social estamos rodeados de objetos, formas, desenhos e transformações, as propriedades geométricas estão cada vez mais acessíveis e presentes na vida cotidiana, cultural e tecnológica. Desde os primeiros anos de nossas vidas vivenciamos as formas dos objetos, e estamos inseridos num mundo de três dimensões e, aos poucos, vamos tomando consciência desse espaço. Este conhecimento constitui a nossa intuição geométrica, que deve servir como primeiro convite à geometria. Adquirir conhecimentos do espaço real através da nossa intuição geométrica é o que podemos identificar como percepção espacial, e é ela que desempenha um papel fundamental no estudo da geometria, reconhecendo formas, propriedades geométricas, transformações e relações espaciais.

Historicamente, a geometria foi o primeiro ramo da matemática a se organizar logicamente. De fato, até os séculos mais recentes, era o único ramo da matemática a estar organizado. Essa história afeta o currículo de geometria: dentre todas as áreas da matemática, só a geometria tem como objetivos principais justificar, discutir lógica e dedução, e escrever demonstrações. Por isso a linguagem geométrica é bastante formal. Os axiomas, postulados, e teoremas direcionam o caminho a seguir e, através dele, nos deparamos com várias deduções, demonstrações, intuição... A maioria das dificuldades observadas nos alunos em sala de aula está relacionada com a maneira de organizarem o raciocínio e construírem argumentações lógicas.

A geometria não é difícil apenas para os alunos, muitos professores de matemática também têm aversão a essa linguagem. Preferem aritmética e/ou álgebra à geometria. Isso tem se tornado um grave problema, pois esses professores têm abandonado a geometria causando, assim, insuficiência do conteúdo nos alunos - conhecimento irregular e bastante limitado.

O conhecimento de geometria vem sendo questionado há anos. Porém, a frase de Branko Grünbaum (1981) define todo fracasso com relação à geometria: “Por que tenho uma visão tão sombria da geometria? A resposta, simplesmente, é que

ensinamos muito pouca geometria e o que ensinamos é feito de maneira equivocada”.

Uma das diferenças mais perceptíveis entre a álgebra e a aritmética é a utilização, na álgebra, de letras para indicar valores. As letras aparecem também na aritmética, mas de maneira diferente. A letra m , por exemplo, pode ser utilizada para representar a unidade de comprimento, metro, enquanto na álgebra ela pode ser utilizada para indicar o número de metros. A confusão proveniente dessa mudança de uso de uma mesma letra pode resultar numa “falta de referencial numérico”, por parte do aluno, ao procurar interpretar o significado das letras na álgebra.

Apesar de existirem diferenças entre a álgebra e a aritmética não podemos esquecer que a álgebra não é isolada da aritmética, na verdade, em muitos casos é a “aritmética generalizada”. E nisso encontra-se a fonte de muitas dificuldades. Para se compreender a generalização dos procedimentos e relações aritméticas é preciso primeiro que esses procedimentos e relações sejam apreendidos dentro do contexto aritmético. Caso esses procedimentos não sejam reconhecidos, ou se os alunos tiverem concepções erradas sobre eles, seu desempenho em álgebra poderá ser afetado. Sendo assim, as dificuldades que muitos alunos têm em álgebra não são tanto pela álgebra propriamente dita, e sim pela existência de problemas em aritmética que não foram devidamente corrigidos.

O uso de métodos informais em aritmética pode também ter implicações na habilidade do aluno para estabelecer ou compreender afirmações gerais em álgebra. Se os alunos têm de aprender e usar os procedimentos mais formais, primeiro devem perceber a necessidade deles. Para isso o professor deve primeiramente reconhecer que os alunos podem dispor de um método informal e próprio deles para um determinado tipo de problema, reconhecer e discutir o valor desse método para a resolução de problemas e considerar as possíveis limitações do método ao tentar usá-lo em problemas de mesma espécie, porém mais difíceis. Acredita-se que assim, desse modo, o aluno poderá chegar a reconhecer a necessidade de um procedimento mais geral, ou seja, formal. Deve-se procurar sempre meios de ajudar os alunos a desenvolver uma compreensão do próprio procedimento formal.

Voltando a nossa atenção para a álgebra podemos perceber que ela se apresenta como um simplificador e facilitador das tarefas matemáticas (basta comparar os complicados e tediosos cálculos utilizados pelos antigos para resolver equação do 2º grau e a facilidade, clareza e rapidez com que resolvemos essas

equações graças à álgebra elementar). Mas por outro lado, o simbolismo algébrico é difícil de ser compreendido, assimilado, e de ser corretamente utilizado. A aquisição dessa notação simbólica pela humanidade tem sido um processo muito lento, mas que pode ser facilitado quando primeiro deixamos de utilizar letras e sim palavras para designarem incógnitas, e após a compreensão do significado da incógnita podemos voltar a utilizar letras para simbolizar as constantes.

De fato, para compreendermos o sentido dos símbolos é necessário que possamos interiorizar a dupla relação entre as situações concretas e as expressões algébricas. É preciso manipular os símbolos de uma forma simples para que os alunos possam compreender e aproveitar a grande utilidade da álgebra, que é a capacidade de com uma só letra representar um determinado conjunto de valores, tornando sua manipulação mais fácil. Uma das maiores dificuldades dos alunos está no uso e no significado das letras, isto nos leva a pensar que uma das maiores dificuldades da álgebra se deve à natureza abstrata de seus elementos. Sendo assim, percebemos que o nível de compreensão da álgebra está muito ligado à utilização das letras e a devida compreensão do significado da cada uma delas e em cada momento específico. Para que o método algébrico possa ser incorporado como algo natural, é necessário ir além da simples troca de números por símbolos, é muito importante que se produza a mudança em seu significado, isto é, que se realize a passagem de número para variáveis.

Devido à dificuldade da álgebra, é necessário que se tenha uma idéia clara e conhecimento dos níveis concretos de compreensão de seus alunos. O professor deve procurar não se limitar a apenas corrigir exercícios e identificar erros, e sim se ater ao como e porquê da atuação do aluno em determinada situação de ensino, tentando buscar nos erros as causas das dificuldades e dos obstáculos envolvidos no processo de aprendizagem deste aluno. Assim torna-se possível uma aprendizagem significativa sem estar pautada na memorização ou em um processo mecanicista, e sim enraizada na capacidade do aluno de reordenar, reorganizar e mudar seus conhecimentos prévios para que possa assimilar corretamente os novos conhecimentos que se apresentam.

O ensino da matemática não deve limitar-se ao tratamento de teorias formalizadas. Ele precisa desvelar sua relação com o mundo, tanto no que se refere à sua construção como à sua inter-relação com as outras áreas do conhecimento. Neste processo não existe uma forma única e objetiva de ação. É dentro de uma

multiplicidade de fatores que ocorre a produção do conhecimento, o que supõe a presença de um pesquisador crítico, ousado e criativo. O ensino da matemática, portanto, deve criar condições para que o aluno reconheça sua capacidade de construir conhecimento e proceder continuamente como pesquisador.

4. As implicações da linguagem matemática na aprendizagem

O fato de o homem ser um complexo social participante da construção da rede de relações sociais intra e entre os complexos faz com que a linguagem se configure como uma mediação necessária dos processos interativos estabelecidos no curso do desenvolvimento da sociabilidade humana. A linguagem não surge por si mesma ou como um ato de iluminação do psiquismo humano. Ela tem sua gênese no processo de trabalho, surge como uma produção necessária à comunicação estabelecida no contexto das práticas laborais transformadoras da natureza.

A linguagem tem uma função mediadora no contexto do complexo do ser social. Podemos perceber a mediação da linguagem em todos os segmentos, instâncias e práticas existentes na vida societária. A função mediadora da linguagem e seu caráter universal são manifestações objetivas do modo de ser da linguagem. Mas, como a linguagem, a seu modo, cumpre essa função mediadora?

Mediar significa interpor, por algo entre, criar condições de ligar uma coisa à outra, relacionar. Quando uso, portanto, o termo mediação, quero dizer que algo está posto no interstício de outras coisas de modo que aconteçam entre elas ligações, relações. Dessa maneira, a linguagem é a ligação entre os homens. Através dela conseguimos nos relacionar, interagir, desenvolvendo a sociedade na qual estamos inseridos. É inconcebível a existência sem a mediação da linguagem. Esta é uma das condições ontológicas da sociabilidade, ou seja, da produção da existência da humanidade, do ser humano. Linguagem e humanidade são interdependentes.

Os signos e a fala são elementos importantes da linguagem (e também a escrita, por registrar a fala, que desencadeia a leitura), pois conseguem mediar a interação entre os homens trazendo significado a essa interação. O signo é o modo de existência do ser da linguagem. Na configuração específica da identidade do signo estão presentes três componentes que possibilitam sua existência: o significante, o significado e o referente. Eles tanto podem ser produzidos como transformados, desconstruídos, resignificados e dissolvidos. O signo expressa o

sentido dado ao mundo. A fala é um instrumento para fixar os conhecimentos e exprimir a essência dos objetos, através de pontos de vista que se tornam cada vez mais verdadeiros. Um instrumento para comunicar as múltiplas e mutáveis formas de relacionamentos dos homens entre si, em contraposição aos sinais, por mais preciosos e desenvolvidos, que os animais trocam entre si e que transmitem conexões fixas, sempre voltadas a uma determinada constelação importante de sua vida. O par leitura-escrita reduz a compreensão de texto ao campo sógnico da língua. O texto é uma unidade de comunicação constituída por um conjunto de signos escritos que faça sentido. Os sentido do texto se encontra precisamente em existir enquanto uma prática social portadora de mensagem, marcada por valores, verdades, ideologias, saber e poder.

Bakhtin (1995), em seu livro *Marxismo e Filosofia da Linguagem*, entende que “a língua e a fala são os elementos constitutivos da linguagem, compreendida como a totalidade (sem exceção) de todas as manifestações – físicas, fisiológicas e psíquicas – que entram em jogo na comunicação lingüística”. Isto indica o fato de que o complexo linguagem é constituinte do ser social. E não é assim, simplesmente, por conta de uma enunciação da teoria do conhecimento ou uma constatação sobre a onipresença da linguagem por conta de que ela é um complexo inerente, ontológico do ser social.

No campo do conhecimento, notamos a importância atribuída ao caráter designativo e representativo da linguagem: nomeação e identificação dos aspectos, processos, relações e propriedades existentes nas coisas e eventos presentes no mundo material, objetivo e concreto da natureza e dos homens. Esse processo permite o registro sistemático do movimento do real, de suas singularidades e generalidades, causalidades e regularidades, casualidades e dispersões, permanências e mutabilidades, etc. Da produção do conhecimento, a linguagem funciona como um instrumento capaz de fixar e exprimir a essência dos objetos. A função designativa e representativa da linguagem como relevante no processo de construção do conhecimento.

A educação, enquanto complexo do complexo social, tem como função específica atuar, intencional e deliberadamente, sobre o por teleológico singular dos indivíduos a fim de forjar um tipo determinado de consciência e atividade necessários à reprodução do ser social. Como, mediante suas funções, a linguagem

atua diretamente sobre o indivíduo, o fim da educação não seria possível sem a mediação da linguagem.

Na educação em Matemática vemos que a mediação da linguagem é importantíssima no processo ensino-aprendizagem. Retomando o parágrafo anterior: “a educação não seria possível sem a mediação da linguagem”. Porém, os professores têm se deparado com insucessos nesse processo. A Matemática possui uma linguagem própria, mas para sua aprendizagem se tornar eficaz é necessário usar nossa língua materna, no caso o Português, para nos ajudar a traduzir essa nova língua. O que têm acontecido é que essa mediação não está sendo eficaz. Será a fala excessiva sem o significado?

Vários são os problemas e as dificuldades encontrados na aprendizagem em Matemática. Desde sua constituição como saber dedutivo a Matemática revestiu-se de um certo caráter elitista e seletista que ainda não foi totalmente eliminado do meio acadêmico. Segundo Davis e Hersch (1986), a Matemática constituiu o filtro seletivo básico de todos os sistemas educacionais. São poucos os alunos que conseguem dominar as formas de pensamento matemático e encontrar a satisfação que o saber matemático proporciona. A grande maioria ou fala metaforicamente, sem entrar, entender e encontrar as alegrias que os caminhos da matemática podem oferecer; ou nem sequer faz parte deste grupo, pois as experiências que viveram com a matemática escolar foram fontes de insatisfações e de sentimentos autodepreciativos. Sendo que estes sentimentos, de uma maneira direta ou indireta, foram responsáveis por suas escolhas escolares e/ou profissionais.

Diante do grupo reduzido de estudantes para os quais a Matemática é fácil e fascinante, há outro maior de alunos que a acha difícil ou enfadonha. Fica então as questões: quais seriam as causas das dificuldades na aprendizagem da Matemática? A Matemática é realmente difícil ou será que não é bem ensinada? Que origem e significado têm as enormes diferenças na competência matemática dos alunos? Ou, há alunos que sofrem de algum tipo de alteração ou distúrbio real como a ‘discalculia’ que os impede ou dificulta a aprendizagem das operações matemáticas mais elementares? Se o professor tem algum aluno com dificuldades na aprendizagem da Matemática, o que fazer? Como enfrentá-la? Os estudos específicos sobre estas dificuldades na aprendizagem da Matemática ainda são elementares e em fase de estudo.

Cohn (1961,1971), Slade e Russel (1971) e Money (1973), Kosci (1974), Weinstein (1978), Allardice e Ginsburg (1983), e Coles (1978) fizeram pesquisas para explicar as dificuldades graves de aprendizagem: causas neurológicas, disfunção lingüística, defasagens no desenvolvimento de funções dependentes do hemisfério cerebral esquerdo, entre outras, chegando à conclusão de que deviam enfatizar mais o cognitivo ao neurológico. O enfoque cognitivo não rotula a criança, mas trata de compreender seus processos e estratégias ao resolver alguma questão matemática. Muitas vezes o erro no pensamento matemático é importante para o professor e o aluno compreenderem qual a dificuldade apresentada no raciocínio do aluno, ou se esta dificuldade não se originou na falta de conhecimentos prévios para entender aquele assunto em pauta. Por isso os erros merecem mais respeito do que parecem ter. Muitas vezes são as únicas janelas pelas quais podemos ver as mentes dos alunos.

A memória também é um dificultador na aprendizagem matemática. As crianças que apresentam problemas de atenção costumam encontrar dificuldades para organizarem estruturas hierárquicas de atividades ou processos mentais, trazendo conseqüências negativas à Matemática. Porém é importante lembrar que aprendizagem matemática não se constitui de 'decoreba'. A memória será utilizada para guardar conceitos fundamentais da matemática e não infinitas fórmulas, pois se trata de uma ciência significativa e não um conjunto de repetições vazias sem significado.

Cabe ao professor de matemática transformar a aprendizagem em uma tarefa significativa e motivadora para seus alunos e isso implica uma atitude de respeito com relação aos erros que estes cometem. Entendendo que os erros devem ser considerados como janelas que deixam entrever os processos cognitivos sobre a informação que os alunos realizam. O ensino de uma matemática significativa implica num esforço matemático para preencher eficazmente de significado as atividades matemáticas que se pedem aos alunos. Por isso é importante propor atividades que estimulem a interação e a reflexão dos alunos.

Muitas vezes, dentro da sala de aula, os alunos se deparam com monólogos. Nós, professores, não dialogamos com os alunos sobre aquilo que estão fazendo, nem sobre o significado do que está sendo estudado. Subestimamos suas capacidades de compreender e desvelar a linguagem daquilo que está sendo dito nas atividades. Agimos mecanicamente, escrevendo e induzindo os alunos a emitir,

também de forma mecânica, suas respostas. Dessa maneira, se o diálogo entre professor e alunos não acontece, a inteligibilidade de ambos sobre o significado da matemática não pode aparecer. O professor não consegue ser-com-os-alunos limitando o ensino e os questionamentos a padrões do seu conhecimento.

A fala excessiva não produz o conhecimento. Os alunos podem olhar àquilo que o professor está dizendo ou fazendo, mas não vêem nada, ou seja, não endereçam a atenção e o pensamento ao que estão olhando. O fazer é preferível ao ver. Ao induzir o ato de pensar, o professor não cria possibilidades para que a compreensão e a interpretação do sentido e do significado se desenvolva nos alunos. Limita o envolvimento dos alunos com a matemática e também com a sua própria pessoa.

Sem haver compreensão, a leitura da linguagem matemática realizada nas escolas, é mecânica, sem significado e vazia. A linguagem matemática não é lida, pois os alunos são treinados, condicionados, instruídos, mas não conduzidos a uma leitura da linguagem matemática. A leitura se dá quando há o envolvimento do leitor com aquilo que está sendo lido. O ato de ler e de ler a linguagem matemática está fundamentado nos atos humanos de compreender, interpretar e comunicar a experiência vivida. Assim, a leitura, quando é compreensão e interpretação, abre ao leitor novas possibilidades de compreensão de si, do outro e do mundo. Ler é comunicar. Sua prática gera reflexão sobre o dito do ser. A comunicação do ato de ler dá-se na medida em que a pessoa lê e expõe aquilo que leu. No ato de ler, o leitor é solicitado para o entendimento do significado e da referência atribuídos por quem diz o que é dito. Assim, o leitor-receptor reelabora aquilo que leu, atribuindo novos significados e desse modo amplia suas possibilidades de compreensão.

5. Considerações finais

A pesquisa bibliográfica em torno da linguagem foi feita com o intuito de estudar e conhecer melhor as diversas linguagens: como se dá a linguagem matemática ao utilizar o português, nossa língua materna, ao ser mediadora no processo de ensino-aprendizagem e explorar as diversas linguagens dentro da matemática. Por fazer parte de toda manifestação humana e ser tão importante na relação professor-aluno dentro da sala de aula, a linguagem é um fator muito importante para o ser humano e principalmente para a educação. Entendo que, ao sintonizar as diferentes formas

de manifestação da comunicação, fica mais fácil trabalhar com elas no momento certo.

A partir dessa proposta foram encaminhadas reflexões no que tange a análise da questão da linguagem no processo de aquisição do conhecimento sob as perspectivas de Vygotsky e de Piaget. E então, baseada filosoficamente, foi discutido sobre as diversas linguagens dentro da matemática e suas implicações na aprendizagem focando o texto e a leitura matemática, sua simbologia, seus significados e a prática, a capacidade de ler, escrever matemática e interpretar idéias.

Considerando, então este trabalho, concluo que ao ensinar matemática devemos privilegiar todas as linguagens em suas diferentes expressões – oral, escrita, visual – deixando de enfatizar tanto os códigos escritos (não esquecendo, claro, das diversas linguagens dentro da matemática). Essa maneira de ensinar possibilita ao aluno o desenvolvimento gradativo, a formação de conceitos, a utilização de um vocabulário básico mais amplo e, acima de tudo, uma aproximação entre a matemática ensinada na escola e a realidade matemática vivenciada pelo aluno. O ensino da matemática não deve limitar-se ao tratamento de teorias formalizadas. Ele precisa desvelar sua relação com o mundo, tanto no que se refere à sua construção como à sua inter-relação com as outras áreas do conhecimento. Neste processo não existe uma forma única e objetiva de ação. O ensino da matemática, portanto, deve criar condições para que o aluno reconheça sua capacidade de construir conhecimento e proceder continuamente como pesquisador.

É necessário perceber que há algo errado no ensino da Matemática. Qualquer observador pode constatar que a Matemática é uma disciplina em que apenas alguns podem aprender. Porém, partindo do princípio que o pensamento humano, em sua plenitude operatória é um “pensamento matemático”, a maioria dos alunos deveria aprendê-la como parte inerente ao funcionamento do seu pensamento operatório. A psicogenética revela que a conduta corresponde ao que é intrínseco na natureza humana, quer se encare a ação do ponto de vista anatômico, fisiológico ou mental. O problema do ensino da Matemática é admitir-se que, em cada idade, a criança só pode aprender, do programa de matemática, aquilo para que já possua estruturas mentais correspondentes. Cabe ao professor, em primeira instância, conhecer os fundamentos psicológicos do desenvolvimento mental das crianças. Partindo deste princípio, deveríamos considerar “anormais” os alunos que não

aprendem matemática na escola. A didática é um dos fatores responsáveis pelo fracasso na aprendizagem desta disciplina. Chamamos “aprender matemática” a pessoa que é capaz de utilizar, em várias situações, os sinais verbais – palavras – e com eles produzir raciocínios complexos.

Fazendo uma comparação entre o uso da língua matemática com o uso da língua materna, podemos perceber que a criança quando começa a se expressar, faz construções aparentemente lógicas, porém incorretas gramaticalmente. Gradativamente, a criança vai dominando a organização da língua através do contato com ela. Da mesma forma o uso correto da gramática da matemática será adquirido pelo aluno a partir de seu contato com ela. Não devemos exigir que a criança domine a simbologia e a linguagem específica da matemática tão cedo. Tanto no domínio da língua materna será preciso deixar as crianças utilizarem seu modo de expressão inicial, oferecendo-lhes oportunidades para que mantenham contato com a linguagem matemática correta. Portanto, cabe ao professor promover oportunidades, dentro da sala de aula, para que seu aluno possa se apropriar da linguagem simbólica matemática.

6. Bibliografia

- BAKHITIN, Mikhail. *Marxismo e filosofia da linguagem: problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem*. Trad. Michel Lahud e Yara F. Vieira. 7ª edição, São Paulo: Editora Hucitec, 1995.
- BALDINO, Roberto Ribeiro. *O mundo real e o dia-a-dia na produção de significados matemáticos*. In *Bolema*. Ano 11, nº 12, p.1-11, UNESP, Rio Claro, 1997.
- BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. (Org.) *Educação Matemática*. São Paulo: Editora Moraes,
- _____. *Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas*. 1ª edição. São Paulo: Editora UNESP, 1999.
- _____; CHAMIE, L.M.S. *Compreendendo e interpretando as dificuldades sentidas pelos alunos ao estarem com a matemática*. In *Zetetiké*. Ano 2, nº 2, p.61-70, UNESP, Rio Claro, março de 1994.
- _____; GARNICA, A.V.M. *Filosofia da Educação Matemática*. 1ª edição. Belo Horizonte: Editora Autêntica, 2001.
- BRASIL, Luís Alberto S. *Aplicações da teoria de Piaget ao ensino da Matemática*. Rio de Janeiro: Editora Forense-Universitária, 1977.

- CARLOS, Erenildo João. *Repensando a concepção de alfabetização e o ensino da matemática*. In: *Revista de Extensão*. Ano II, nº 5, p.40-50, Editora Universitária/UFPB, João Pessoa, agosto de 1997.
- COXFORD, Arthur F.; SHULTE, Albert P. (Org.) *As idéias da álgebra*. Trad. Hygino H. Domingues. São Paulo: Editora Atual, 1994.
- D'AMBROSIO, Ubiratan. *Educação Matemática: da teoria à prática*. 1ª edição. Campinas: Editora Papirus, 1996.
- _____; Educação Matemática: uma visão do estado da arte. *Proposições*, Campinas: UNICAMP, v.4, n.10, 1993.
- DANYLUK; O.S. *Alfabetização Matemática: o cotidiano da vida escolar*. Caxias do sul: EDUCS, 1991.
- _____; *O ato de ler o discurso matemático*. In *Revista da Associação de Leitura do Brasil*, p. 17-21 dezembro de 1991.
- _____; *Alfabetização Matemática: as primeiras manifestações da escrita infantil*. Porto Alegre: Editora Sulina, 1998.
- GARNER, H. *Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- GRANELL, Carmen Gómez. *A aquisição da linguagem matemática: símbolo e significado*. In . *Além da Alfabetização*. 1ª edição. Editora Ática,
- LINDQUIST, Mary M.; SHULTE, Albert P. (Org.) *Aprendendo e Ensinando Geometria*. Trad. Hygino H. Domingues. São Paulo: Editora Atual, 1994.
- MACHADO, Nílson José. *Matemática e Língua Materna*. São Paulo: Editora Cortez, 1995.
- _____, *Matemática e Realidade*. 4ª edição. São Paulo: Editora Cortez, 1997.
- MORTIMER, E.F.; SMOLKA, A.L.B. (Org.). *Linguagem, cultura e cognição: reflexão pra o ensino e a sala de aula*. 1ª edição. Belo Horizonte: Editora Autêntica, 2001.
- NUNES, Terezinha; BRYANT, Peter. *Crianças fazendo matemática*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1997.
- OLIVEIRA, Marta K. *Vygotsky, aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico*. 4ª edição. São Paulo: Editora Scipione, 1999.
- Parâmetros Curriculares Nacionais*. Ministério da Educação e do Desporto. Brasília, 1997.

- NEVES, I.C.B.; SOUZA, J.V; SCHÄFFER, N.O; GUEDES, P.C; KLÜSENER, R. (Org.). *Ler e escrever: compromisso de todas as áreas*. 4ª edição. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS, 2001.
- SMOLE, K.S.; DINIZ, M.I. *Ler, escrever e resolver problemas: habilidades básicas para aprender matemática*. Porto Alegre: Artmed, 2001.
- SOSSO, Juliana. *Convivendo com a matemática*. São Paulo: Atual, 1998.
- VYGOTSKY; L.S. et al. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo: Ícone/Edusp, 1998.
- _____; *Pensamento e linguagem*. 2ª edição. São Paulo: Martins Fontes, 1989.
- ZAIDAN, Samira. *O(a) professor(a) de Matemática no contexto da inclusão escolar*. Belo Horizonte: UFMG, 2001. (tese de doutorado).
- ZUFFI, E.M; PACCA, J.L.A. *Sobre funções e a linguagem matemática de professores do Ensino Médio*. In *Zetetiké*, vol. 8, nº 13/14, 2000, p. 7-28, UNICAMP, Campinas.

0509CC A INFLUÊNCIA DA LINGUAGEM E DA INTERAÇÃO DISCURSIVA DA SALA DE AULA NA PRODUÇÃO DE SIGNIFICADOS NA MATEMÁTICA

Cristina Ferreira de Sá Tavares¹

Márcia Maria Fusaro Pinto (orientadora)²

RESUMO:

O objetivo desse projeto de pesquisa é analisar a produção de significados matemáticos no contexto escolar, a partir da linguagem materna em uso e da “linguagem” matemática, presentes nas enunciações produzidas durante a interação discursiva, dialética, dinâmica e relacionada ao contexto social e cultural no qual está ocorrendo essa situação de enunciação: em particular, a sala de aula de matemática.

As teorias de Vygotsky e Bakhtin são referências para esse trabalho. A pesquisa é qualitativa, numa perspectiva crítica, e a metodologia de análise de episódios é utilizada para refletirmos sobre o ensino de conjuntos numéricos e a construção do conceito de número real na primeira série do ensino médio.

Dentre os inúmeros episódios que estão em análise inicial, escolhemos um que se destaca por apresentar contribuições para reflexão sobre as relações entre a linguagem materna em uso na sala de aula matemática e a linguagem matemática e, por explicitar elementos presentes na interação discursiva relacionados aos aspectos culturais do ambiente escolar que são relevantes do ponto de vista da formação do cidadão crítico e democrático.

¹ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Educação da UFMG *cfstavares@ig.com.br*

² Professora do Instituto de Ciências Exatas – ICEx – UFMG *marcia@mat.ufmg.br*

Introdução

O objetivo desse artigo é analisar a produção de significados para os números reais a partir da linguagem materna em uso e da “linguagem” matemática. Compreender como os diversos significados vão se constituindo a partir das enunciações produzidas pelos sujeitos interlocutores durante uma interação discursiva, dialética e dinâmica, relacionada ao contexto social e cultural no qual está ocorrendo essa situação de enunciação: em particular, a sala de aula de matemática.

Essa interação discursiva na sala de aula se refere à construção de um espaço de argumentação, de validação ou rejeição de argumentos entre interlocutores que se consideram parceiros iguais na construção do processo educacional. O diálogo que se estabelece entre o professor e os alunos para aprendizagem, no qual estão implícitas suas crenças e concepções a respeito da educação e do conhecimento matemático, juntamente com a cultura da sala de aula constituem a interação discursiva da sala de aula de matemática.

A expressão “linguagem” matemática é muitas vezes interpretada apenas como a simbologia específica do conhecimento matemático. A simbologia, para nós, se constitui apenas como uma das formas de representação dos conceitos matemáticos; e seu uso se refere à leitura, interpretação e registro de símbolos associados a conceitos específicos. Nossa perspectiva propõe incluir as diferentes representações para os conceitos matemáticos e as relações entre elas e delas com a linguagem materna em uso na sala de aula de matemática, ambas determinadas em situações sócio-históricas e na interação entre os sujeitos. Não se trata aqui de reduzir ou enfatizar o uso da simbologia, ou de considerar o formalismo da matemática como o objeto de ensino, mas de compreendê-la como uma representação que faz parte dos significados que produzimos para os conceitos matemáticos.

A partir da preocupação com influência da interação discursiva e da linguagem na produção de significados, surgiu um interesse em investigar como os professores e alunos percebem a aprendizagem de matemática a partir da interação discursiva da sala de aula e o papel que atribuem à linguagem matemática e a língua materna em uso na produção de significados.

Ao preparar as atividades e ao concretizá-las na sala de aula, o professor estaria considerando os aspectos dinâmico e dialético da linguagem e suas influências na produção de significados? Como os alunos percebem o próprio processo de aprendizagem e sua relação com as interações discursivas?

Neste artigo, exploraremos a relação entre os processos lingüísticos e a produção de significados, atentos à interferência da cultura da sala de aula na interação discursiva que ali se realiza. Nosso foco na matemática é o conceito de números reais. Dando continuidade a discussão iniciada em Tavares e Pinto (2003 a, b), abordaremos questões relativas ao trabalho com números racionais.

O referencial teórico

Há várias vertentes teóricas sobre as relações entre linguagem e aprendizagem. Em uma dessas vertentes, a linguagem não se reduz a um sistema lingüístico de estrutura abstrata, pois está integrada à vida humana como constituidora do sujeito e como mediadora nos processos de elaboração conceitual dos indivíduos. As obras de Vygotsky e Bakhtin se enquadram nessa vertente. Ambos buscaram na linguagem a chave da compreensão do desenvolvimento humano. O conhecimento para esses autores é construído na interação, em que a ação do sujeito sobre o objeto é mediada pelo outro através da linguagem, superando a discussão entre a ênfase no sujeito ou no objeto e emergindo o sujeito interativo, social e histórico.

“Ambos são marxistas que valorizaram a consciência. Vygotsky, preocupado com a construção da consciência e a constituição do sujeito, deu ênfase especial à linguagem como formadora do pensamento, destacando aí o papel da fala interior. Bakhtin também considerou a linguagem como elemento organizador da vida mental e essencial na constituição da consciência e do sujeito, enfatizando a função do discurso interior. Destacaram aí o valor da palavra e da interação com o outro. Consciência e pensamento são tecidos com palavras e idéias que se formam na interação, tendo o outro um papel significativo”. (Freitas, 1999)

Procurando o elo entre as teorias de Vygotsky e Bakhtin, encontro em Rojo (2001, p. 168) três vertentes interpretativas que circulam nas obras dos

autores vygotskianos. Uma delas, a vertente discursiva (ou enunciativa), se aproxima da obra de Bakhtin e se refere à interação tal como pretendemos analisar nesse projeto. Essa vertente, segundo Rojo:

“... tende a não dissociar interação, discurso e conhecimento, e cuja base de análise é essencialmente a linguagem. Neste caso, interação vai-se traduzir quase que imediata e automaticamente seja em discurso (formações discursivas e ideológicas), seja em enunciação, determinada pelas situações socio-históricas de produção dos enunciados e pelos gêneros do discurso em circulação social.”

Desta forma, a interação discursiva está imersa no contexto sócio-histórico da sala de aula de matemática e certamente a cultura escolar e as concepções a respeito do conhecimento matemático estarão implícitas no discurso.

Indo além, a concepção de educação matemática que norteia este projeto se traduz por um processo de ensino-aprendizagem que tem por objetivo o desenvolvimento de um cidadão autônomo, crítico, participativo e co-responsável pela sociedade em que vive. Refere-se às idéias de Educação Matemática Crítica, desenvolvida por Ole Skovsmose, que tem como ponto central a questão da democracia. Segundo Skovsmose (2001), o envolvimento dos estudantes no controle do processo educacional desenvolve o que ele denomina por competência crítica, que aliada a outros pontos-chaves de sua teoria, como a consideração crítica de conteúdos curriculares e ao engajamento crítico, ou seja, uma relação que ultrapasse o universo educacional, possibilita o desenvolvimento de uma educação que favoreça a construção da democracia.

A sala de aula que corresponde a essas inspirações teóricas deve produzir um ambiente democrático, onde os alunos e o professor sintam-se co-responsáveis pelo processo educacional, ambos contribuindo com suas respectivas experiências e intervindo igualmente nas tomadas de decisões e na aprendizagem matemática.

Metodologia

Na perspectiva da Educação Matemática Crítica, as interações discursivas na sala de aula ganham um papel de destaque na produção de significados dos conceitos matemáticos. Buscando estratégias que possibilitem a observação e análise de tais interações, utilizamos uma pesquisa qualitativa baseada na metodologia desenvolvida por Skovsmose e Borba³ compreendida como uma pesquisa crítica, onde o pesquisador e os sujeitos de pesquisas também participam ativamente da construção das atividades que possibilitarão a observação dos fatos que se deseja pesquisar.

Essa metodologia de pesquisa é caracterizada pelo estabelecimento de relações entre três situações, que são identificadas por seus pesquisadores como:

- Situação Atual: corresponde à sala de aula real que está sendo objeto de pesquisa;
- Situação Arranjada: corresponde às atividades elaboradas com o objetivo de favorecer o processo de investigação;
- Situação Imaginária: corresponde à idealização teórica do objeto de pesquisa.

Essas situações são construídas a partir das discussões e colaborações entre alunos, professores e pesquisadores.

A escolha dessa metodologia se deve à possibilidade de uma atuação do pesquisador diferente da de um mero observador da sala de aula, contribuindo para que os sujeitos de pesquisa se beneficiem de sua influência e das alterações que são feitas em seus contextos, bem como dos resultados obtidos.

Para buscarmos as influências da linguagem na sala de aula utilizaremos a análise da interação discursiva desenvolvida durante as atividades propostas nas situações arranjadas, na perspectiva bakhtiniana. Nesta perspectiva, o significado produzido na interação não pode ser dissociado de sua situação de produção, o que torna única as questões iniciais desta pesquisa.

³ Palestra proferida por Ole Skovsmose e Marcelo Borba em 8 de agosto de 2002 na UFMG

Análise

A pesquisa está sendo realizada em uma escola particular de Belo Horizonte, onde uma das pesquisadoras⁴ atua como professora desde 1998. Essa escolha se justifica pelo fato dessa instituição apresentar uma proposta pedagógica coerente com o referencial da aprendizagem crítica e também por desenvolver um programa de formação continuada para o corpo docente, incentivando a busca por experiências metodológicas e didáticas que favoreçam essa aprendizagem. Essa instituição oferece desde a educação infantil até o ensino médio regular e educação de jovens e adultos para a partir da 5ª série do ensino fundamental até o ensino médio, com cerca de quatro mil alunos.

Foram filmadas 30 aulas de 50 minutos referentes ao ensino dos conjuntos numéricos e a construção do conceito de número real. Essas filmagens foram realizadas em apenas uma das dez turmas de 1ª série do ensino médio regular existentes nessa escola, e o critério de escolha da turma foi a disponibilidade de horário da pesquisadora. As aulas ocorrem sob a regência de um professor que se disponibilizou a discutir a teoria e a metodologia desenvolvida nessa pesquisa. A escolha da 1ª série do ensino médio se deve ao fato de ser a série em que a pesquisadora atua nessa instituição, facilitando a preparação da pesquisa e a intervenção no planejamento didático do ano letivo. O conceito de números reais foi escolhido por ser um conteúdo introdutório no ensino médio, considerado por alunos e professores como um conceito fácil dentre os outros da Matemática do Ensino Médio; porém os resultados de diversas avaliações do sistema de ensino apontam dificuldades relacionadas a esse conceito.

O planejamento diário das aulas foi discutido com o professor regente a partir de uma reflexão sobre as três situações descritas anteriormente - Situação Atual, Situação Arranjada e Situação Imaginária - com o objetivo de proporcionarmos uma interação entre o professor e os alunos na qual todos os participantes contribuíssem para a produção dos significados discutidos em sala de aula.

⁴ Cristina Ferreira de Sá Tavares, mestranda em Educação (FAE-UFMG)

Com relação ao ensino de números no ensino médio havíamos discutido a importância de uma abordagem histórica com o objetivo de relacionar a construção do conhecimento matemático e o desenvolvimento da humanidade. Utilizamos a abordagem de números desenvolvida em Caraça (2000), como referência para a nossa situação imaginária, por explicitar elementos que estão em ressonância com a concepção de educação matemática crítica. Planejamos uma discussão inicial com os alunos sobre o que eles já sabiam sobre números, o que gostariam de saber, o que estava proposto no programa curricular e como poderíamos estudar esse conteúdo. Essa discussão aconteceu na 3ª aula e tinha como objetivo envolver os alunos na elaboração e condução das estratégias desenvolvidas na sala de aula, construindo uma parceria entre o professor e os alunos para a tomada de decisões. A partir de então, obteríamos dados para refletirmos e prepararmos a situação arranjada.

Dentre as inúmeras interações de sala de aula que estão em análise inicial, escolhemos uma que se destaca por apresentar contribuições para reflexão sobre as relações entre a linguagem materna em uso na sala de aula matemática e a linguagem matemática na abordagem de números reais.

Essa interação se refere à situação arranjada para o estudo dos conjuntos numéricos: naturais, inteiros, racionais e irracionais; e ocorreu durante a 6ª e 7ª aula, geminadas. Essa situação arranjada consistia na sistematização sobre os conjuntos através de uma discussão coletiva entre os alunos e o professor, a partir dos resultados encontrados na pesquisa realizada pelos alunos anteriormente, buscando uma interação discursiva onde todos pudessem contribuir.

Neste dia, foram discutidos os conjuntos dos números naturais, inteiros, racionais e irracionais. Organizamos a análise da interação discursiva em quatro momentos, referentes à abordagem do conceito de cada conjunto numérico desenvolvido nessas aulas. O critério para esta divisão foi a ocorrência de diferentes situações de produção de significado.

O professor inicia a discussão sobre os conjuntos numéricos a partir das perguntas da pesquisa que haviam sido propostas aos alunos, retomando-as implicitamente em seu discurso como um roteiro para desenvolver a aula.

Essas perguntas se referiam ao surgimento dos conjuntos numéricos e sua representação.

A pergunta inicial deste roteiro se refere ao surgimento dos números naturais. Ao se enunciar "como surgiu", as respostas já estão restritas a um tema específico, ao passo que uma pergunta como "o que vocês encontraram sobre os Naturais?", permitiria que a condução da interação se orientasse pela colocação de todos na sala de aula, considerando todos em condições de contribuir para a discussão. Entretanto este último procedimento parece nos colocar em "zona de risco" (Borba e Penteado, 2001), uma vez que permitiria a formulação de respostas não esperadas, ou questionamentos que até mesmo poderiam não ter uma resposta imediata.

Interpretamos a atitude do professor como se acreditando que os alunos estariam cientes da sua intenção naquela aula, que era discutir referenciados em uma pesquisa que seguia um roteiro. No entanto, acreditamos que explicitar aos alunos o planejamento e objetivo da aula favoreceria um ambiente mais democrático, em que os alunos também não sentiriam em "zona de risco", uma vez que tinham realizado a pesquisa e a teriam como eixo condutor da aula.

Esta perspectiva de formação de parceiros iguais, central na Educação Matemática Crítica, sugere uma reflexão importante para a formação do professor, no sentido de perceber a sala de aula e mesmo a aprendizagem como resultado de interação, não de transmissão de conhecimento.

A proposta de interação discursiva como encaminhada pelo professor transformou-se ao longo dos cem minutos de duração da aula, partindo de momentos de intensa participação dos alunos, que gradativamente se esvaziavam até situações de monólogos do professor. Apesar da insistência do professor, repetindo suas perguntas e demonstrando intenção de ampliar a discussão buscando mais elementos que pudessem contribuir na situação de produção de significado para os conjuntos numéricos, houve um declínio na participação dos alunos. Este movimento de declínio da participação dos alunos coincide com a sequência de abordagem do conteúdo: Naturais, Inteiros, Racionais, e Irracionais.

Este fato justifica nossa opção em dividir a análise em quatro momentos, de acordo com a abordagem de cada um destes conteúdos, dos quais optamos para essa discussão apenas a abordagem dos racionais.

Apresentaremos como referência para a discussão ao final, a transcrição da interação discursiva referente ao estudo do conjunto dos números racionais, que tem duração de oito minutos. O relato dos episódios anteriores e das demais atividades que constituem a 6ª e 7ª aula se encontra em Tavares, C. e Pinto, M. (2003 b). As letras em itálico representam os alunos cujas falas foram identificadas e AL simboliza os alunos em geral e aparem em momentos em que não foi possível identificar o autor do enunciado. Paulo é o nome fictício atribuído ao professor. Comentários foram acrescentados para análise dos dados, conforme o quadro a seguir:

3ª Parte: Números Racionais	Comentários
P: Próximo conjunto aqui dos racionais, né? Psiu... <i>L.O.!</i> <i>R.!</i> L: Os racionais é... Surgiram da necessidade de contar, de contar não, de medir... G: Mentira. P: Ô <i>M!</i> Ah... Ô <i>E!</i> E: Eu? P: Virou... Racionais surgiram do quê gente? AL: Do quê? L: Da necessidade de medir. P: Medir? Mas não tinha medição também com os inteiros e os naturais não? L: Representar a... Não é medir não...é comparar... P: Não peraí!	É interessante que antes mesmo de enunciar a pergunta, uma aluna começa a falar sobre o surgimento dos racionais, seguindo a seqüência que foi adotada anteriormente na discussão dos demais conjuntos. Como no caso dos Naturais, ao direcionar a pergunta, o professor retoma a discussão restringindo possibilidades de respostas. As idéias de medir e comparar grandezas não parecem ser correspondentes.

AL: Comparar grandezas. P: Ô gente só um negócio, peraí! Vocês nunca falaram medição agora,... Ô Natália! Só um minuto por favor! Dos ... AL: Paulo? P: Oi? A: Qual que era a última frase...(inaudível) P: É inteiros positivos, asterisco com mais. G: Um, dois, três... P: Um, dois, três, reticências... AL: Tá. P: Deixa eu falar uma coisa, nos naturais e nos inteiros, em nenhum momento foi colocado a questão... P: Foi colocado a questão do... da medição. <i>E</i>, tem medição nessa parte lá nos naturais e nos inteiros? De medidas? E: Não. Acho que não. AL: Acho que tem só que... P: Tem ou não tem, gente? AL: O quê? E: Acho que não, hein! P: Medidas nos naturais e nos inteiros. AL: Não. AL: Também acho que não. G: Depende do seu conceito de medidas. L: Acho que é uma medida tipo de	Aluna pergunta sobre o quê estava escrito no quadro e que foi apagado. O professor faz uma pausa esperando silêncio. Este momento sugere que o conceito de número como número de medir precisa ser discutido. Teria-se aqui oportunidade para fazê-lo, bem como discutir o significado de comparar grandezas de mesma espécie.
---	--

comparação. P: Medida de comparação? L: É! P: Ah não gente peraí! (pausa) Medida de comparação. Ô B! Aliás, PA! AL: Iiii... PA tá em todo lugar. G: Sua filha vai chamar como? P: Isso é... (inaudível) PA: Tô ficando preocupada, Paulo! P: Tá, fica não, você tá muito nova para isso. Pessoal! Os naturais... Psiu! Oi, oi! Eu estou ficando preocupado agora, viu PA! Então quer dizer que naturais e inteiros não serviam para medir também não? AL: Não, serviam sim. G: Serviam sim. P: Então vem cá. Psiu! Oi! AL: A sua pergunta não foi clara. P: ã? A: Professor tá chata a aula. P: Oooi... Psiu! Servem para medir ou não, gente, os naturais? Distâncias não eram contadas, não? H: Mas não comparavam. P: Ah, mas não comparavam. Comparam agora? AL: Comparar grandezas. P: As medidas então vão trabalhar com comparação de grandezas... P: Ôô ... Ô F! É..., no caso aí dos racionais, qual que é a representação	O professor troca o nome de uma aluna ao chamar a atenção e os alunos começam a rir. Risadas geral O professor refaz a pergunta. Alunos respondem afirmativamente a questão, talvez por ter sido enunciada de outra forma pelo professor ou talvez pela insistência na questão. Idéias de medir e comparar grandezas não parecem estar naturalmente relacionadas. Professor registra no quadro: Medidas -> com comparação de grandezas Representações simbólicas estarão sendo apresentada sem que idéias como comparar grandezas, medir,
--	--

deles que nós vimos nos racionais? H: Q. R: Q. P: Não, não, peraí. Tem uma particularidade, F, nos racionais. Hein, E? L: Fala de novo que eu não entendi. H: Fração. P: É uma representação também. Psiiuuu! I, qual é? I: Não tô falando nada, tô copiando. P: I, qual que é? I: Nada. P: Gente, tô perguntando. Você não tava aí? Você falou que estava prestando atenção! I: Nada, nada... (inaudível) P: A tá bom... I: A tá. P: A pergunta é a representação dos racionais tem uma especificação dela, é diferente das outras. AL: ã? P: Nos naturais e nos inteiros tem uma sucessão por unidade. Psiiu! Nos racionais... Nos racionais faz o quê, gente? E! Psiiu! E: Não tô falando nada. P: Vira pra frente, aliás, vem pra cá E! E: Não tem cadeira aí na frente não. P: Tem, aqui ó. Tá. Os racionais é Q, p	tenham sido realmente discutidas. Até aqui, não fica claro, nem mesmo como informação, se os números Naturais, Inteiros e Racionais resolvem problemas como o de medir. Professor não discute a nova idéia, que responde à sua menção a uma particularidade do novo conjunto. Silêncio Aluna se irrita e risada geral. Sem discutir a particularidade indicada por um integrante do grupo, que é a menção ao conceito de fração, o professor discute particularidade dos números Naturais e Inteiros, que não havia sido colocada quando da discussão daquele conteúdo. O professor vai registrando no quadro
---	---

sobre q, os racionais podem ser a comparação entre duas grandezas, tá aqui, ó! Psiu! Gente! Gente! Os racionais são comparação entre duas grandezas. Onde essas duas grandezas pertencem ao quê? ... Aos números inteiros. Estão contidas nos números inteiros. AL: ã? P: Agora,... Gente!... E o quê que tem aqui que não pode acontecer nessa história da comparação? H: O q não pode ser zero. P: Quem não pode ser zero? H: q P: Por quê que ele não pode ser zero? H: Não pode dividir nada por zero. P: Não pode dividir nada por zero? Agora, e por quê não pode dividir nada por zero? AL: Ô Paulo espera um pouquinho! P: Gente! H: Porque nenhum número é dividido por zero. P: Então tá. Peraí! Psiu! A: Que isso! P: Fechou tudo aqui? O quê que nós temos até agora? Você tem os	e enunciando: $Q = \{ p/q, \{p,q\} \subset \mathbb{Z}, q \neq 0 \}$ A representação simbólica vai sendo apresentada relacionada à idéia de comparar grandezas, sem ter havido discussão sobre o que isto significa, e nem como tal noção se relaciona ao problema histórico de medir. O professor faz uma pausa, mas como não há resposta, ele prossegue respondendo sua própria pergunta. Sua resposta coloca a questão como informação técnica, sem discussão conceitual. Silêncio Pausa O professor registra no quadro a inclusão dos conjuntos por diagrama.
--	---

naturais, cê tem os inteiros e tem os racionais. Tá? Fecham todas as relações nessa história? Psiu! E: Não, hein? P: <i>M!</i> A: Você tem os racionais,... não P: Você os naturais, você tem inteiros e tem os racionais. Fecham todas as relações que precisam aqui nessa história? E: Acho que não, hein? A: Não. P: Todos os números aqui podem ser representados na forma de fração? E: Não. AM: Irracionais. P: Pois é! Os irracionais vão ser representados nessa forma (inaudível)...	As relações que estão sendo evocadas aqui são relações lógicas, já sem nenhuma menção à história, e aspectos culturais, políticos e sociais da evolução dos conceitos que estão sendo estudados.
--	--

Discussão

Da análise da interação discursiva estabelecida na abordagem do conjunto dos números racionais apontamos três considerações importantes para a produção de significados.

A primeira delas se refere a utilização da história da matemática no ensino. Na situação imaginária foi discutida uma abordagem da história da matemática que relacionasse o desenvolvimento da humanidade às idéias que constituem os conceitos da matemática. Por exemplo, relacionar a necessidade de contar ao surgimento dos números naturais, deve ir além de conhecer o fato histórico como informação. Deve possibilitar a relação da característica

fundamental do processo de contar como a idéia chave que constitui o conceito de naturais, no caso, a sucessão de uma unidade, e também ressaltar os aspectos políticos e econômicos presentes na construção do conhecimento: adoção de sistema de numeração, interesse pela propriedade privada. Além disso, a seqüência de discussão dos conjuntos orientou-se pela lógica de inclusão dos mesmos e não pela abordagem histórica.

As idéias de medir e comparar grandezas apareceram nas enunciações dos alunos e do professor, mas não se relacionaram ao conceito de racionais, como a idéia que o constitui, a fração, como também não foi ressaltado a importância de medir para as relações econômicas, como aponta Caraça (2000, p.31), fragmentando o processo de produção de significados.

Em segundo, é interessante notar que ao perguntar para os alunos sobre a representação dos racionais, os alunos respondem imediatamente “Q”, pois observamos nas interações discursivas anteriores o professor usou a palavra representação para a simbologia do respectivo conjunto que estava sendo discutido, o que levou os alunos a estabelecerem esta relação. O professor por sua vez, muda a pergunta e diz: “Tem uma *particularidade*, *F*, nos racionais, hein, *E*? ”. Imediatamente um aluno responde “fração”, e o professor diz que se trata de uma representação também, mas não discute a idéia e insiste mais uma vez na pergunta, exemplificando que nos naturais e nos inteiros há uma sucessão por unidade e questionando o que haveria nos racionais. É interessante observar que o professor não utiliza o dizer do aluno “fração” para *representar* os racionais, ou como *particularidade*, mas exemplifica os naturais usando “sucessão”, enquanto que a *representação* deste último foi estabelecida como sendo IN. A palavra *representação* foi usada com diferentes significados pelo professor, enquanto que ao longo da interação os alunos produziram o significado de *representação* no discurso do professor como a simbologia do conjunto. Uma aluna se posiciona demonstrando que não estava compreendendo o professor. O fato de o professor estar esperando uma resposta idealizada, muito mais próxima da linguagem simbólica, acaba por romper com a negociação estabelecida nas interações anteriores e que

acreditamos ter contribuído também para a diminuição da participação dos alunos no restante da aula.

Terceiro, o professor conclui enunciando e registrando a definição no quadro. Observamos que esta passagem da linguagem materna em uso para o registro da simbologia matemática e vice-versa, parece ocorrer de forma similar a um processo de codificação/decodificação, como já foi percebido em análises anteriores, estabelecendo uma visão sintática da linguagem e distanciando-se de uma visão semântica, construída socialmente. Após o professor registrar sua fala no quadro, percebemos que um aluno volta a dialogar com o professor. É interessante notar como os interlocutores respondem imediatamente as perguntas quando se trata de um procedimento que está registrado no quadro negro ou que é sinalizado por algum gesto, mas demoram um certo tempo ou não respondem quando se trata do estabelecimento de relações ou conclusões (Tavares, C. e Pinto, M., 2003 a).

Finalmente, o professor inicia a abordagem dos números irracionais e na tentativa de demonstrar que a raiz quadrada de dois é irracional, surgem inúmeras perguntas que apontam para a não compreensão do conceito de racional. Nos minutos finais da aula, um aluno elabora uma seqüência de perguntas que sintetizariam as discussões sobre o conceito de racionais. Estas perguntas foram a base para reflexão e planejamento da aula seguinte.

Quanto ao declínio da participação dos alunos ao longo do desenvolvimento da aula, entendemos esse movimento se relaciona a dois fatores: primeiro, a proximidade dos Naturais e Inteiros com o cotidiano dos alunos e com a matemática escolar, de modo que há maior tranquilidade para exposição deste tema. Segundo, a forma da produção dos significados que se diferencia ao longo da aula. Levantamos a hipótese de que o professor, ao abordar os naturais, se beneficia das colocações dos alunos e constrói a partir delas uma síntese coletiva que registra no quadro, num esforço de construir um consenso, não apenas o registro de suas próprias idéias. Enquanto que na discussão dos racionais, ao tentar estabelecer a representação desse conjunto, o professor parece esperar que os alunos enunciem uma definição formal, em linguagem simbólica, e então dirige suas perguntas para tal, numa situação de

monólogo, que só é quebrada pela participação de um aluno, após o professor já ter registrado sua idéia no quadro.

Na análise que fazemos o foco é a produção de significados a partir das relações entre a utilização da língua materna e da linguagem matemática, e das interações discursivas da sala de aula de matemática, procurando identificar elementos dessa relação e também elementos da cultura da escolar que interferem no processo de ensino-aprendizagem da matemática.

Esta análise sugere que a produção de significados não se constitui de um processo de codificação/decodificação de símbolos, apontando ser necessário a construção e a caracterização da linguagem matemática que valorize os aspectos semânticos e sua relação com a situação de produção dialética, dinâmica e sócio-cultural.

Referências Bibliográficas

BAKTIN, M. *Marxismo e filosofia da linguagem*. 6. ed. São Paulo: Hucitec, 1992.

BORBA, M.; SKOVSMOSE, O. *Educação Matemática Crítica*. Palestra proferida na

UFMG, Belo Horizonte, 08 ago. 2002.

BORBA, M.; PENTEADO, M. G. *Informática e Educação Matemática*. 2. ed., Belo

Horizonte: Autêntica, 2001.

CARAÇA, B.J. *Conceitos Fundamentais da Matemática*. 3.ed. Gradiva, 2000.

FREITAS, M. T. de A. *Vygotsky & Bakhtin Psicologia e educação: um intertexto*. 4. ed.

Ática, 1999.

ROJO, Roxane H. R. A teoria dos gêneros em Bakhtin: Construindo uma perspectiva

enunciativa para o ensino de compreensão e produção de textos na escola*

In: B.

Brait (org.) *Estudos enunciativos no Brasil – História e perspectivas*.
 Campinas:
 Pontes, 2001. p.163-186.

SKOVSMOSE, O. *Cenários para investigação*. Bolema, ano 13, n. 14, p. 66-91, 2000.

SKOVSMOSE, O. *Educação Matemática Crítica: A questão da democracia*.
 Campinas,
 SP: Papirus, 2001.

TAVARES, C. F. S.; PINTO, M. M. F. *A Influência da linguagem e da interação discursiva da sala de aula na produção de significados na matemática*.
 Comunicação Científica apresentada no II Encontro Internacional
 Linguagem,
 Cultura e Cognição: Reflexões para o ensino, FAE. UFMG, 2003 a.

TAVARES, C. F. S.; PINTO, M. M. F. *Linguagem, Interação discursiva e produção de significados para Números Naturais*. 2003 b (no prelo).

VIGOTSKI, L. S. *A Formação Social da Mente*. 6. ed. São Paulo: Martins
 Fontes, 1998.

VIGOTSKI, L. S. *Pensamento e Linguagem*. 2. ed. São Paulo: Martins
 Fontes, 1998.

VITHAL, R. *A Pedagogy of Conflict and Dialogue for Mathematics Education from a
 Critical Perspective*. For the Learning of Mathematics 22. p. 29-41, March, 2002.

0510CC O DESENVOLVIMENTO DO RACIOCÍNIO MATEMÁTICO DA CRIANÇA DO ENSINO FUNDAMENTAL PELO ESTUDO DA ARITMÉTICA

Fernanda Aparecida Ferreira¹

João Bosco Laudaes²

RESUMO

Esta comunicação científica é um recorte da monografia apresentada no curso de Pós-Graduação “Lato-Sensu” em Educação Matemática pela PUC-MINAS.

O presente trabalho surgiu da necessidade de se questionar a metodologia utilizada no processo ensino-aprendizagem dos conceitos aritméticos, já que a mesma em geral, se caracteriza pelo ensino padronizado dos algoritmos que visam apenas a memorização de regras e procedimentos que pouco auxiliam no desenvolvimento do raciocínio das crianças. Tal questionamento se fundamenta em alguns referenciais teóricos, para discutir as metodologias de ensino/aprendizagem que permitam a participação ativa, construtiva e autônoma das crianças, visando o desenvolvimento do raciocínio das mesmas. A escolha pela aprendizagem da aritmética foi feita, por se tratar de um dos conteúdos da matemática que mais se refletem na vida cotidiana das pessoas. Tal estudo contribui para se repensar a metodologia utilizada no processo de aprendizagem e compreensão de problemas matemáticos, visando um melhor posicionamento e reflexão sobre as situações-problema que surgem durante a vida, envolvendo ou não conceitos aritméticos.

Palavras - chaves: aritmética, raciocínio, metodologia, ensino/aprendizagem

¹ Especialista em Educação Matemática pela PUC-MINAS.

² Doutor em Educação Matemática. Coordenador do Departamento de Matemática e Estatística da PUC-MINAS. Professor do Mestrado em Educação Tecnológica no CEFET-MG.

Introdução

Este trabalho é um reflexo e uma análise de discussões e observações metodológicas do processo ensino/aprendizagem. Através de experiências docentes percebe-se a falta de raciocínio matemático em questões consideravelmente fáceis. Estudar métodos educativos que tenham como característica a construção autônoma do conhecimento e o estímulo ao raciocínio matemático é a proposta deste trabalho.

Um dos referências teóricos presentes no trabalho é Constance Kammi, que faz uma análise bem clara e fundamentada na teoria de Piaget sobre a aplicação prática em sala de aula, da aquisição das noções de aritmética elementar. Sua visão crítica sobre o ensino tradicional da matemática, nas primeiras séries do ensino fundamental, mostrando que a preocupação dos professores em ensinar e treinar as crianças para os passos das técnicas operatórias, que conduzem rapidamente às respostas corretas, não é um objetivo válido do estudo da matemática nas primeiras séries. Dentro desse enfoque as crianças trabalham apenas numa área periférica do conhecimento matemático. Ela insiste que a aprendizagem da aritmética requer participação mental ativa e autônoma da criança.

Outro referencial é Analúcia Schliemann, doutora em psicologia, que se dedica ao ensino e pesquisa da compreensão de conceitos aritméticos. Na sua visão geral, as crianças desenvolvem e usam conhecimentos matemáticos em situações do dia-a-dia, dessa forma, ela discute a questão da relevância e aplicação da matemática em situações cotidianas.

No trabalho fala-se sobre o desenvolvimento do raciocínio pelo estudo da aritmética, evidenciando alguns parâmetros da mesma, que contribuem e prejudicam tal desenvolvimento.

Uma discussão sobre práticas educativas a serem consideradas, no que se diz respeito ao ensino da aritmética visando o desenvolvimento do raciocínio, é abordado. Propostas de metodologias são sugeridas e comentadas, fazendo uma reflexão sobre como ensinar aritmética.

Ensinar visando o raciocínio, não é proposta considerável apenas no âmbito da aritmética. Todo conhecimento estudado traz melhores resultados para sua compreensão e utilização, se o objetivo for o raciocínio. A construção de um conhecimento de maneira ativa, interativa e autônoma é algo que não pode ser esquecido, diferente da memorização de alguns procedimentos. Sendo assim, considera-se relevante uma revisão dos processos de ensino-aprendizagem por parte dos educadores e das instituições de ensino.

O desenvolvimento do raciocínio matemático pela Aritmética

Ensinando gramática, matemática, física ou história, a maneira de ensinar será diferente se o objetivo for o desenvolvimento do raciocínio.

CONSTANCE

KAMII

Definitivamente, a matemática tem importância fundamental nas vidas das pessoas, uma vez que a mesma, entre outras coisas, tem como papel primordial, ajudar na estruturação do pensamento assim como na independência intelectual.

Mas, infelizmente, o que se tem registrado é um fato bastante contraditório, pois o conteúdo da matemática que era para ser um dos responsáveis pelo amadurecimento intelectual, visando a autonomia, tem se caracterizado pela preocupação de passar aos alunos definições, regras, procedimentos e nomenclaturas da forma mais rápida possível, sem um trabalho com as idéias matemáticas que os levem a uma aprendizagem com compreensão. Mais grave ainda: sem permitir ao aluno o prazer da descoberta.

Não há ensino programado possível que permita avançar no alcance de noções como a conservação(imprescindível para trabalhar com o número), mas são realmente importantes as diferentes possibilidades que o sujeito tenha de experimentar

como o meio, já que na medida em que careça delas, terá retardamentos no desenvolvimento e na inteligência. Em síntese, as estruturas não podem confundir-se com a aprendizagem, da qual são condição necessária. (FERNÁNDEZ, 1990,p.73)

O ensino - aprendizagem da aritmética como meio para o desenvolvimento do raciocínio matemático, não tem sido a realidade do nosso ensino atual. Os livros didáticos e os professores ensinam as crianças a desenvolverem o uso dos algoritmos para solucionarem problemas envolvendo a adição, subtração, multiplicação e divisão (operações básicas da aritmética), sem levar em consideração o conhecimento prévio da criança. Aprender as operações envolve raciocínio, e raciocínio não leva a um adestramento na obtenção de uma técnica.

Os parâmetros curriculares nacionais (PCNs) , diz que o desafio que se enfrenta dentro da aritmética, é o de identificar quais conhecimentos, competências, hábitos e valores são socialmente relevantes; de outro, em que medida contribuem para o desenvolvimento intelectual do aluno, ou seja, na construção e coordenação do pensamento lógico, do raciocínio matemático, da criatividade, da intuição, da capacidade de análise e de crítica. Ainda :

Os conhecimentos numéricos são construídos e assimilados pelos alunos num processo dialético, em que intervêm como instrumentos eficazes para resolver determinados problemas e como objetos que serão estudados, considerando - se suas propriedades, relações e o modo como se configuram historicamente. (Parâmetros Curriculares Nacionais,1997, p.54)

Segundo Piaget (1973), o conhecimento matemático é inventado pela criança , isto é, ele é construído pela criança a partir de dentro de si mesma, através de sua interação dialética com o meio ambiente. Não pode ser descoberto ou aprendido por transmissão do ambiente, a não ser os sinais convencionais(como " $=$ ") e o sistema de notação que constituí a parte mais superficial da aritmética. Ele ainda ressalta, que o desenvolvimento do conhecimento matemático, por parte da criança, ocorre

quando a mesma enfrenta situações problemáticas e tenta, para resolvê-las, utilizar o conhecimento anterior de que dispõe.

A aprendizagem da aritmética, segundo Kamii (1985) requer participação mental ativa e autônoma da criança, para ela as operações fundamentais da aritmética, não precisam ser ensinadas a criança, o mais importante é fornecer as crianças oportunidades, situações, problemas, para que elas se engajem no raciocínio que envolve a quantidade, o número. Isso porque parte da teoria de Piaget, vê o número como uma estrutura mental que cada criança constrói a partir de uma capacidade natural de pensar e não algo aprendido do meio ambiente.

A aritmética não é um tipo de conhecimento que deve ser ensinado pela transmissão social. Ela precisa ser construída pela criança. Se a criança não consegue construir uma relação, nenhuma explicação do mundo fará com que ela entenda as explicações do professor. Para Piaget, toda criança de inteligência normal pode aprender aritmética. Se as crianças pensam, não há como não construir número e as operações de adição e subtração. A natureza do conhecimento matemático e o desenvolvimento do raciocínio é algo construído pela criança através da *abstração reflexiva*³.

O aprendiz é um sujeito ativo, inteligente e pensante que assimila para aprender, que precisa criar para ser capaz de assimilar, que transforma aquilo que sabe, que constrói o seu próprio conhecimento para entender o conhecimento de outros. (FERREIRO, 1986, p.130).

Kamii (1994), em suas pesquisas, destaca o efeito nocivo dos algoritmos como objetivo do ensino para crianças do ensino fundamental. Para ela, os procedimentos utilizados para a compreensão das operações:

- *Forçam a criança a desistir do seu raciocínio numérico;*

³ Construção de relações entre objetos.

- *"Desensinam" o valor posicional e obstruem o desenvolvimento do senso numérico;*
- *Tornam a criança dependente do arranjo espacial dos dígitos(ou de lápis e papel) e de outras pessoas;*

Os algoritmos atuais são fruto de séculos de construção por matemáticos adultos. Ao tentarmos simplesmente transmitir o resultado de tão longo tempo de reflexão adulta aos alunos, estamos privando - os da oportunidade de elaborar seu próprio raciocínio (KAMII,1995, p.51).

Faz-se necessário compreender que as crianças elaboram sua própria maneira de raciocinar, assim, ao invés de atapalhar, se facilita o processo construtivo do raciocínio matemático.

A criança pode numa ocasião interessar -se em seriar pelo simples prazer de seria, ou classificar pelo desejo de classificar, porém, geralmente, é quando eventos ou fenômenos necessitam ser explicados ou quando objetivos precisam ser atingidos por meio de uma organização causal que as operações serão mais usadas(PIAGET & GARCIA 1971/1974, p.17).

Em algumas experiências feitas em crianças por Kamii e Jones (1985), com problemas envolvendo aritmética, elas encontraram paralelos, que mostram que as crianças passam por processos construtivos similares aos de nossos ancestrais. Sendo assim, diz Kamii: "As crianças reinventam a aritmética". Segundo Gelman, Hughes e Resnick (1987), as crianças desenvolvem, independentemente da experiência escolar, um corpo de conhecimentos matemáticos relativamente rico.

Para que se trabalhe com o ensino da aritmética, de modo a estimular o raciocínio matemático, é preciso objetivar, segundo Kamii:

- *O próprio raciocínio da criança, que ela desenvolva a confiança na própria habilidade de raciocinar;*

- *A resolução de problemas por vários meios diferentes;*
- *O desenvolvimento do senso numérico;*
- *A troca de pontos de vista o máximo possível.*

Em uma pesquisa feita em alunos da 3ª e 4ª série, por Inhelder, Sinclair e Bovet (1985), alunos não-algoritmados⁴ foram capazes de resolver problemas envolvendo multiplicação e divisão, com resultados mais positivos do que os alunos que aprenderam algoritmos. Além disso, quando se perguntava⁵ para um aluno não - algoritmado porque ele resolveu daquela forma um determinado problema, ele respondia, evidenciando e definindo suas estratégias de solução, já os outros, quando perguntados, davam respostas do tipo : "*A professora ensinou assim.*", "*Foi assim que eu aprendi*", ou ainda: "*Ainda não aprendi esse tipo de problema*". Pode-se perceber que os alunos quando não são instrucionados para resolver determinados problemas, desenvolvem um raciocínio mais apurado e se tornam mais autônomos, diferentes dos outros.

Outra preocupação que Kamii teve em suas pesquisas de como se dá o raciocínio matemático através da aritmética, foi a hierarquização dos conteúdos distribuídos em cada série. Para ela alguns conteúdos estão mal distribuídos, pois deve se levar em consideração os estágios de desenvolvimento das crianças segundo a Teoria de Piaget. Kamii é convicta que a construção prematura, seja com respeito ao valor posicional, seja com respeito a qualquer ponto do currículo é danosa ao sentido do desenvolvimento da criança.

Duas pesquisadoras brasileiras, Terezinha Nunes e Analúcia Schliemanm (1991), também define objetivos para o ensino, de forma a desenvolver o raciocínio do aluno. Para elas, é preciso:

- *Contextualizar o ensino da matemática, fazendo com que o aluno perceba o significado de cada operação mental que faz;*
- *Levar o aluno a relacionar significados particulares com o sentido geral da situação envolvida;*

⁴ Chama-se de não - algoritmados, alunos que não aprenderam os métodos dos algoritmos usuais.

- *Que nesse processo, se avance para a compreensão dos algoritmos envolvidos;*
- *propiciar meios para que o aluno perceba, na prática, possibilidades de aplicação desses algoritmos.*

Os autores pesquisados, não fazem apologia ao fim do uso do algoritmo no ensino da aritmética, eles acham que devem ser ensinado, mas antes é necessário criar oportunidades para que as crianças desenvolvam seus próprios métodos, meios e regras para resolverem os problemas envolvendo as operações básicas, pois dessa forma, a compreensão dos algoritmos acontecerá de maneira natural e fácil. Promover a interação social e intelectual entre os alunos e os Educadores, visando a autonomia deve ser característica predominante no processo ensino-aprendizagem dos alunos. Alunos com poder de argumentação, visão, criticidade, raciocinam matematicamente de forma mais avançada que pessoas heterônimas, a capacidade de perceber e resolver problemas com enredos diferentes acontece naturalmente, diferente de alunos que foram instrucionados com o algoritmo, que dependendo do problema, não sabem que tipo de operação usar.

Para Analúcia Schliemann (1998) um dos grandes erros do ensino da matemática tem sido o de estar voltado para a aprendizagem superficial de regras e operações aritméticas. É preciso redefinir a prática pedagógica desde as primeiras séries, garantindo a construção do conhecimento e raciocínio matemático por parte da criança, em que a resolução de problemas resulta não da memorização de regras, mas da compreensão lógica.

Ensinar aritmética a partir de uma metodologia que estimula o desenvolvimento do raciocínio dos alunos

O sucesso na resolução de problemas de aritmética está associado ao tipo de estratégia utilizada: fora da escola, as pessoas resolvem problemas mentalmente e

⁵ As perguntas eram feitas tanto para respostas certas quanto para as erradas.

encontram respostas corretas; na escola, utilizam procedimentos escritos e erram com muita frequência.

DAVID

CARRAHER

A aritmética faz parte da cultura dos povos desde os tempos antigos, tendo sido desenvolvida, juntamente com a linguagem, para atender às necessidades de comunicação e quantificação. Vimos, na história das civilizações, como os povos criaram e recriaram a aritmética sob roupagens diferentes, mas utilizando essencialmente os mesmos processos matemáticos, aperfeiçoados ao longo do tempo. Nos dias atuais, as experiências de quantificação de fenômenos fazem parte da vida prática das pessoas e o estudo da aritmética oferece oportunidade para o indivíduo desenvolver processos matemáticos inerentes à sua estrutura lógica mental e o seu raciocínio.

Com base nas pesquisas de Kammi(1994), Schliemann (1998) e Polya (1986), deu-se aqui ênfase em alguns parâmetros na resolução de problemas para o ensino da aritmética, visando o desenvolvimento do conhecimento matemático e o raciocínio:

- contextualização ;
- cálculo mental;
- a interação social entre professor/aluno, aluno/aluno;

através dos seguintes métodos ou das ferramentas :

- o uso de materiais concretos ;
- a utilização de jogos.

Resolução de Problemas

No ensino tradicional da matemática é notável as dificuldades que as crianças encontram na resolução de problemas envolvendo a aritmética, isso porque o ensino de resolução de problemas tem se caracterizado, segundo Analúcia Schliemann (1998) , em geral, pelos aspectos descritos a seguir:

- 1. Há ênfase excessiva no cálculo numérico necessário para a resolução, o qual constitui a formalização final da situação problema;*
- 2. Trabalha-se com "palavras - chave", a partir de regras fornecidas para a criança, como: "se a situação descrita no problema envolve ganhar, comprar, juntar, a operação realizada é a adição, quando a situação envolvida for de perder, vender, gastar, a operação é a subtração";*
- 3. Não se trabalha com a compreensão do enunciado do problema, aspecto já enfatizado por Polya (1973);*
- 4. Não se identificam nem se analisam as diferenças entre os diversos tipos de problema;*
- 5. Utiliza-se indiscriminadamente o material concreto como recurso auxiliar, sem a necessária análise sobre sua contribuição.*

Trabalhar com a resolução de problemas aritméticos de forma a estimular o desenvolvimento do raciocínio do aluno vai além de uma aprendizagem superficial de regras e operações aritméticas. Essa prática dá prioridade à resolução de exercícios, aplicando regras e convenções, em detrimento da real compreensão e da verdadeira construção do conhecimento matemático. É preciso redefinir a prática do ensino, garantindo a construção do conhecimento e do raciocínio por parte da criança, em que a resolução de problemas resulta não da memorização de regras, mas da compreensão das situações em análise .

Como afirma Polya (1965), na abordagem de resolução de problemas como uma metodologia de ensino, o aluno tanto aprende matemática resolvendo problemas, como aprende matemática para resolver problemas. O mais importante em "resolver problemas" é ensinar o aluno "a pensar", e em "como pensar", não se pode confundir com ensinar o aluno "o que pensar" ou "o que fazer".

Resolver situações-problema é a parte mais importante da aritmética, já que a partir dessas "situações" pode-se realizar a compreensão dos conceitos aritméticos e trabalhar com as operações básicas. Kamii (1985) acredita que o conteúdo da vida das crianças, assim como as situações que lhes apresentam, devem servir como o contexto para construir a aritmética básica. Ainda, segundo a autora, as situações da vida diária apresentam oportunidades para as crianças estruturarem e definirem problemas dentro das ambigüidades do mundo real. Essas oportunidades são perdidas quando os problemas são estruturados para elas.

Contextualizar problemas aritméticos, a partir das situações diárias e reais da vida dos alunos, além de contribuir para uma participação mais ativa e desejada por eles, incentiva os alunos para a aritmetização lógica da realidade, contribuindo para o desenvolvimento de sua autonomia e seu raciocínio.

Mas não basta que apenas o professor sugira uma situação contextualizada para que os alunos problematizem no interior da mesma, é necessário algumas estratégias para que a resolução do problema, contribua para o desenvolvimento do raciocínio e autonomia, como:

- o trabalho individual;
- interações na sala de aula.

Deixar que os alunos trabalhem sozinhos no problema, proporcionará diversificados métodos de resolução e dessa forma o professor poderá identificar a natureza do raciocínio de cada um. Para isso, o professor deve interagir individualmente com cada aluno e ter o cuidado de não induzir a resolução do problema identificando a operação a ser usada.

Depois, propiciar as interações entre os alunos, para que os mesmos discutam seus métodos e resoluções, sendo assim, o conhecimento será mais abrangente e forçará os alunos a raciocinarem a validade de sua resolução e a dos outros, exercitando a autonomia e contribuindo para um posicionamento crítico por parte dos mesmos.

O momento mais importante é a discussão coletiva. O professor⁶ solicita que alguns alunos apresentem suas resoluções para a turma e as expliquem, através de questionamentos. Este é um momento para se pensar criticamente a aritmética, mas é também um momento de sensibilidade, respeito e companheirismo. Os alunos interagem entre si criticamente, mas sempre com o espírito de ajuda ao colega que está sendo questionado, o qual dá explicações que façam sentido, de modo a chegarem a um consenso.

Esse tipo de prática, incentiva a criança a usar seu próprio raciocínio na resolução de vários problemas, elas não perguntam "será que devo somar ou subtrair... ou multiplicar e dividir?" Quando criam suas estratégias e mais que isso, se tornam capazes de explicar o que fizeram, estimulam o raciocínio matemático e conseguem compreender melhor as operações aritméticas e interpretar o problema, de forma a perceber a operação a ser usada.

No dia-a-dia as crianças formulam seus próprios problemas dentro das ambigüidades da realidade e imaginam como resolvê-las a seu modo. Crianças autônomas têm mais condições de tomar iniciativas e propor perguntas sobre as coisas que elas percebem. Essas crianças têm mais condições de pensar mais detalhadamente sobre suas perguntas, durante as quais são feitas invenções ou abordagens originais para os problemas. Essa atividade mental é o que fica no âmago do desenvolvimento cognitivo e do raciocínio."(KAMII, 1985, p.169)

É importante também, que a resolução de problemas por parte dos alunos, seja feita a partir do **cálculo mental**. A habilidade com o cálculo mental é necessária para uma significativa compreensão dos números e suas propriedades, para o estabelecimento de estimativas, para o uso prático em atividades cotidianas e também contribui na aprendizagem de conceitos aritméticos como relações, operações.

⁶ O professor escolher resoluções que se tornam relevantes na hora da discussão. Mas, não apontar qual foi a melhor forma apresentada.

Cada situação de cálculo mental se coloca como um problema, que para ser solucionado exige que o aluno utilize de procedimentos originais, construídos por ele próprio, a fim de chegar ao resultado. Geralmente esses procedimentos do cálculo mental são bem diferentes dos métodos de cálculo aprendidos na aritmética escolar.

Pesquisas mostram que a habilidade para o cálculo mental, em situações escolares, é construída a partir da resolução de uma série de situações-problema, através da **interação aluno/aluno e aluno/professor**.

O estímulo ao cálculo mental, na resolução de problemas, segundo Parra (1992), tem quatro razões importantes:

- 1 . Os conceitos e habilidades aprendidos a partir de estratégias de cálculo mental influem positivamente na capacidade de resolver problemas;*
- 2 . o cálculo mental aumenta o conhecimento do aluno sobre o campo numérico;*
- 3 . o cálculo mental habilita a construção do conhecimento e do raciocínio;*
- 4 . o cálculo mental deve ser acompanhado de um aumento progressivo do cálculo mecânico.*

O uso de material concreto

Resolver problemas com a utilização do material concreto, principalmente problemas aritméticos, pode contribuir para o desenvolvimento do conhecimento da criança, já que a aritmética relaciona o concreto com o abstrato (número) . A manipulação de um objeto ajuda na compreensão dos problemas relacionados ao material concreto quanto aos seus métodos de resolução. "observação e manipulação são coisas necessárias no começo da aritmética" (Kamii,1985)

Muitos professores tratam o material concreto como um fim em si mesmo. Ou seja, a utilização do material, por si só, já garante nesta perspectiva, a compreensão do aluno. Entretanto, mais importante do que o tipo de material utilizado, parece ser o modo como se trabalha com o mesmo e a criação de situações que lhe dão

significado, proporcionando oportunidades para que relações sejam estabelecidas, percebidas ou analisadas pelos alunos.

Quando se faz o uso de material concreto, como um recurso didático, permite-se maior flexibilidade ao conteúdo a ser dado, pois se aproveita da curiosidade da criança e as oportunidades que surgem em sala de aula.

Uma outra questão, é a imposição por parte do professor, com relação ao material concreto. Às vezes se valoriza demais alguns materiais (por exemplo, material dourado, blocos), e se esquece de outros bem mais disponíveis e apreciados pelas crianças (dedos das mãos⁷, palitos de picolé). Tal questão é interessante porque esses materiais são muitas vezes espontaneamente utilizados pela criança por estarem sempre a disposição, como é o caso dos dedos das mãos. Ao que parece, o que está por trás dessa questão ainda é a concepção de que apenas o professor sabe o que é melhor para a criança, sem que se considere a perspectiva da própria criança na definição dos elementos necessários para sua aprendizagem (estimular a autonomia é estimular o raciocínio). Dessa forma, muitas vezes em razão de um padrão que é determinado pelo material, são inibidas algumas formas de raciocínio mais desenvolvido de que a criança já dispõe.

Um professor que sabe escolher bem um material a ser utilizado e concede liberdade para que as crianças opinem e utilizem do mesmo, contribui para o desenvolvimento intelectual e autonomia. O material deve influenciar positivamente no desempenho e nas estratégias de resolução da criança, para que, dessa forma, esteja se buscando o desenvolvimento do raciocínio e não um uso exaustivo, padronizado, muitas vezes inútil do material.

Utilização de jogos

O aspecto lúdico é uma característica fundamental do ser humano, por isso podemos dizer que o desenvolvimento da criança está intimamente relacionado com

⁷ Considera-se dedos das mãos um material concreto, por ser manipulado pelas crianças durante as operações aritméticas.

a ação de jogar. Portanto, transportar o lúdico para a educação significa favorecer a aprendizagem, o desenvolvimento social e cultural e a construção do conhecimento.

O jogo é de fundamental importância na vida da criança, pois, quando brinca, a criança manuseia tudo aquilo que está a sua volta, construindo, desse modo, a compreensão da realidade ao qual o jogo está inserida. Além disso o jogo é reconhecido como um meio de fornecer à criança um ambiente agradável, motivador, planejado e enriquecido, que possibilita a aprendizagem de várias habilidades.

O jogo implica necessariamente a ação, o inter-relacionamento e a improvisação a partir da espontaneidade, a curiosidade e a aceitação do risco, dentro de um processo espiralado contínuo de desestruturação/estruturação. Jogo, assim entendido, não é só próprio dos primeiros anos de vida, como de todo o processo de crescimento e aprendizado vital em qualquer fase da vida(KNAPPE, 1998,p.33-4)

Geralmente os jogos envolvem desejo e o interesse do jogador pela própria ação de jogar, e envolve também competição e o desafio que motivam o jogador a conhecer seus limites e suas possibilidades de superação de tais limites em busca da vitória, adquirindo confiança, coragem e conhecimento para se arriscar.

Do ponto de vista da aritmética, o jogo é um recurso bastante utilizado, por ser conhecido como motivador do treino das quatro operações. Mas para que o jogo contribua para a aprendizagem é necessário que se defina bem as regras e se tenha claro o objetivo a ser alcançado dentro do campo estudado.

Jogar $\Rightarrow$ "fazer aritmética" $\Rightarrow$ aprender aritmética

A criança aprende e desenvolve suas estruturas cognitivas ao lidar com o jogo com regras...o jogo promove o desenvolvimento, porque está impregnado de aprendizagem...os sujeitos, ao jogar, passam a lidar com regras que lhes permitem

a compreensão do conjunto de conhecimentos veiculados socialmente.(MOURA,1997,p.80)

No jogo, cada criança tem a possibilidade de supervisionar o trabalho de todos os outros e aprender a ser crítica e confiante em si mesma. Além disso, os jogos fornecem oportunidades para a criação de novas estratégias. Sendo assim, elas freqüentemente percebem meios mais inteligentes de lidar com números do que mecanicamente, desenvolvendo assim seu raciocínio.

O erro no jogo, também é algo que pode ser explorado na construção do conhecimento da criança. Analisar jogadas consideradas erradas é um meio de obter informações valiosas sobre o modo de pensar da criança e assim, descobrir como as estratégias de jogadas são definidas . Logo, os erros são fundamentais na tentativa de melhorar os procedimentos utilizados, pois a ação é modificada de acordo com o resultado do jogo.

Resumindo, podemos dizer que atividades com jogos levam a criança a uma reflexão e análise do próprio raciocínio. Em um jogo se aprende a cooperação, ou seja, a entender e respeitar as atitudes e limites do grupo em que se joga. O jogo também propicia o desenvolvimento de estratégias de resolução de problemas na medida em que possibilita a investigação de um conceito de uma forma desafiadora e motivante para o aluno.

Habilidades/Competências geradas com o desenvolvimento do raciocínio

A atenção do professor deve estar voltada prioritariamente para o raciocínio da criança, além da sua capacidade de escrever respostas corretas. O raciocínio das crianças se desenvolve a partir de sua intuição e sua lógica natural, e os educadores devem fomentar esse desenvolvimento, ao invés de definir objetivos que são estranhos à forma de pensar das crianças.

Eliminando técnicas e regras arbitrárias (ao modo de ver das crianças) para produzir respostas escritas corretamente e encorajando as crianças a pensarem por si mesmas, pode-se gerar estudantes que confiam em seu raciocínio. Estudantes

que pensam têm uma base sólida para aprendizado posterior. Aqueles que só conseguem aplicar técnicas prontas podem conseguir boas notas durante alguns anos, mas não terão base necessária para o desenvolvimento da matemática.

Quando se busca trabalhar de forma a estimular o raciocínio, está se contribuindo para a autonomia das crianças e para um desenvolvimento intelectual mais avançado. Crianças que tem o raciocínio mais apurado, têm capacidade de interpretação e percepção sobre os problemas que lhe são propostos. Pensam melhor em várias situações (escolares, diárias) e desenvolvem métodos de resoluções diversificados coerentes com o problema.

A análise e o posicionamento crítico sobre situações - problema , também são características de estudantes que foram educados de modo a desenvolver o raciocínio. A habilidade em fazer associações e relações com conhecimentos já possuídos em uma nova situação (transferência de uma idéia para outra) é algo que acontece naturalmente quando se busca desenvolver o raciocínio na educação.

Considerações Finais

Ensinar a aritmética de forma a trabalhar o desenvolvimento do raciocínio dos alunos, através de metodologias de ensino, foi a proposta apresentada neste trabalho.

Algumas conclusões podem ser levantadas a partir dos referenciais teóricos pesquisados.

Em concordância com Kammi, a aritmética não deve ser transmitida, ela deve ser reinventada pelas crianças (crianças pensam melhor quando são encorajadas a produzir seu próprio pensamento), pois quando se permite a construção do conhecimento por elas próprias, respeitando o desenvolvimento cognitivo de cada uma, contribuí-se para o desenvolvimento da autonomia e crianças autônomas têm raciocínio mais apurado que crianças dependentes.

Autonomia como o objetivo da educação é também importante para a concentração e a motivação interior durante a aula de aritmética. Se cada escola do país adotasse a autonomia como objetivo da educação, o trabalho tornar-se-ia mais competente e a escola produziria mais que notas altas nos testes, e sim alunos com raciocínio matemático.

Ainda, em consonância com as pesquisas de Kamii e Schliemann, para que o ensino da aritmética esteja voltado para o desenvolvimento do raciocínio, propostas de atividades em que a contextualização de problemas sejam enfatizados e que a resolução de situações-problema sejam utilizados, devem ser uma característica da metodologia de ensino-aprendizagem da aritmética.

Permitir as interações entre aluno/aluno e professor/aluno em discussões coletivas, é um fator importante para o desenvolvimento do raciocínio matemático, por isso, ao ensinar a aritmética, é preciso considerar essas interações de forma democrática e estimulante.

A utilização de recursos como jogos e materiais concretos pelo professor é uma "arte" que requer reflexão e experimentação para maximizar o potencial das crianças. O divertimento é necessário, mas não é condição suficiente em qualquer atividade educacional.

Definir hierarquicamente objetivos é muito importante para o professor saber que decisões tomar de acordo com cada momento. A maior parte dos adultos ensinam às crianças como chegarem a respostas específicas, a partir de perguntas também específicas e fazem isso com as melhores intenções. O professor que tem como objetivo a longo prazo autonomia e o desenvolvimento do raciocínio de seus alunos não incentiva o aprendizado de tais técnicas.

Inovar na educação matemática é definir novos métodos de ensino. Contudo, o objetivo a curto prazo de ensinar algoritmos convencionais de maneira padronizada, enfocando quase que exclusivamente a memorização, vai contra o objetivo maior que é o de desenvolver a autonomia das crianças, bem como seu conhecimento lógico-matemático. Os objetivos específicos devem ser sempre

analisados à luz do objetivo maior, que é o de desenvolver indivíduos autônomos, capazes de raciocinar de forma independente e criativa.

Referências Bibliográficas

KAMII, Constance; DECLARK, Georgia. *Reinventando a aritmética: Implicações da teoria de Piaget*. Trad. Elenisa Curt; revisão Marina Célia M.Dias. 16.ed. São Paulo, Papirus, 2001.

KAMII, Constance; LIVINGSTON, Sally Jones. *Desvendando a aritmética: Implicações da teoria de Piaget*. Trad. Marta Rabioglio; revisão Marcelo Cestari Lellis. 6.ed. São Paulo, Papirus, 2001.

SCHLIEMANN, Analúcia; CARRAHER, David. *A compreensão de conceitos aritméticos: Ensino e pesquisa*. São Paulo, Papirus, 1998.

KNAPPE, P.P. *Mais do que um jogo: teoria e prática do jogo em psicoterapia*. 1.ed. São Paulo: Ágora, 1998 .

POLYA, G. *A arte de resolver problemas*. Primeira reimpressão. Tradução e adaptação de Heitor Lisboa de Araújo. Rio de Janeiro: Interciências, 1986.

MOURA, M. *A séria busca do jogo: o lúdico na matemática*. São Paulo: Cortez, 1997.

PIAGET, Jean. *A linguagem e pensamento da criança*. Trad. Manuel Campos; revisão Marina Appenzeller. 4.ed. São Paulo, Martins Fontes, 1993.

FERREIRO, Emília. *Reflexões sobre alfabetização*. São Paulo, Cortez, 1986.

Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática/fundamental*. Brasília: MEC / SEF, 1997.

Bibliografia

GOULART, Iris Barbosa. *Piaget: Experiências básicas para a utilização pelo professor*. 19.ed. Petrópolis, Vozes, 2002.

FRANCO, Sérgio Roberto Kieling. *O Construtivismo e a educação*. 4.ed. Porto Alegre, Mediação, 1995.

REGO, Teresa Cristina. *Vygotsky: Uma perspectiva histórico - cultural da educação*. 7.ed. Petrópolis, Vozes, 1999.

MOYSÉS, Lúcia. *Aplicações de Vygotsky à educação matemática*. São Paulo, Papirus, 1997.

LAJONQUIÈRE, Leandro de. *Para repensar as aprendizagens de Piaget a Freud: A (Psico) Pedagogia entre o conhecimento e o saber*. 11.ed. Petrópolis, Vozes, 2000.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani . *Pesquisa em Educação Matemática: Concepções e Perspectivas*. 2.ed.. São Paulo: Unesp, 1999.

COMUNICAÇÕES CIENTÍFICAS E RELATOS DE EXPERIÊNCIA

TEMA 06 INTERDISCIPLINARIDADE E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

0601CC AS VISÕES E POSTURAS DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA DO ENSINO FUNDAMENTAL DA REGIÃO DE OURO PRETO FRENTE À EDUCAÇÃO AMBIENTAL.

Everaldo Silveira¹

RESUMO

O presente trabalho reflete os resultados de uma pesquisa que teve sua origem quando se questionou o tratamento das questões ambientais na Educação Escolar, em particular na Educação Matemática. Na busca de respostas para desvendar como o professor de Matemática pensa as questões relacionadas com o meio ambiente e como as interpreta didaticamente em suas aulas, fez-se uma pesquisa observando diretamente a prática pedagógica do professor em sala de aula e, através de questionários, as suas concepções sobre Meio Ambiente e Educação Ambiental.

A análise e interpretação dos dados levantados estruturaram-se em investigação sobre as diversas tendências e visões de autores que trabalham e pesquisam sobre temas relacionados ao Meio Ambiente, à Educação Ambiental e à Educação Matemática e que constituem a parte teórica desse trabalho. Assim também, buscou-se destacar as posições do pesquisador sobre os temas em questão - alinhadas com algumas das visões dos autores mencionados – e uma proposta mostrando como a Educação Ambiental e a Educação Matemática podem convergir e serem tratadas integradas e adequadamente nas aulas de Matemática.

Palavras-chave: Educação Matemática, Educação Ambiental, meio ambiente.

¹ – Especialização em Educação Matemática UFOP

1. Introdução

Movidos pela necessidade de participar da grande cruzada pela inserção da Educação Ambiental na vida cotidiana das pessoas, fomos em busca de conhecimentos que extrapolam o campo da Educação Matemática, mas que possui alguns pontos comuns com a mesma.

Estivemos a buscar, durante alguns anos, conhecimentos na área ambiental, para que obtivéssemos embasamento para falar sobre tal. Fizemos alguns cursos, tanto no campo do meio ambiente quanto da Educação Ambiental, e conseguimos, com esse pouco, encontrar pontos de convergência entre a Educação Matemática e a Educação Ambiental. Pontos que fundamentam este trabalho de pesquisa.

Embora saibamos que nosso trabalho foge do padrão normal, sabemos que é necessário que pensemos de forma diferente, pois dessa forma certamente será maior a diversidade de idéias que poderão culminar com melhorias no ensino da Matemática, que hoje é considerado como *“Centrado em si mesmo, limitando-se à exploração de conteúdos meramente acadêmicos, de forma isolada, sem qualquer conexão entre seus próprios campos ou com outras áreas de conhecimento, o ensino dessa disciplina pouco tem contribuído para a formação integral do aluno, com vistas à conquista da cidadania”* (Parâmetros Curriculares nacionais de Matemática, 1997, p. 31).

Nos capítulos seguintes estaremos falando de dois campos de conhecimento e seus possíveis pontos de convergência, levantados a partir de uma pesquisa teórica e resultados obtidos em uma pesquisa de campo com professores das redes estadual e municipal do Ensino Fundamental de Ouro Preto.

2. O meio ambiente

A expressão “Meio Ambiente” tem, ao longo dos anos, sofrido vários tipos de críticas por parte dos mais variados grupos de profissionais por deixar em aberto ou, de forma muito subjetiva, seu verdadeiro sentido. A inespecificidade do termo, que abrange uma gigantesca gama de seres, atitudes, situações, fenômenos naturais, etc, realmente o torna, muitas vezes, um tanto confuso para pessoas que, porventura, não estejam normalmente ligadas ao assunto no seu dia-a-dia. (Mas basta uma pequena leitura sobre o assunto para se notar o quanto é simples e significativo o termo acima citado).

Ao se tocar no tema “Meio Ambiente”, normalmente, a primeira idéia que vem à cabeça da grande maioria das pessoas, sendo elas dos mais variados graus de escolaridade, é a de animais silvestres, florestas e, em alguns poucos casos, também rios e lagos. Fica, por aí, bem claro o porque da grande dificuldade de compreensão para o termo.

2.1. Origem e definições da expressão Meio Ambiente

A expressão “ambiente” tem sua origem no latim “*ambiens*”, significando “*que rodeia*”. Já a expressão “*meio ambiente*” pode ser entendida sob vários pontos de vista. Ressalto, a seguir, alguns deles:

- “*As circunvizinhanças de um organismo, incluindo as plantas, os animais e os microorganismos com os quais ele interage*” (RICKLEFS, apud ANDRADE, 2000, P. 149);
- “*O mundo biótico e abiótico*” (MORÁN, apud ANDRADE, 2000, P. 149);
- “*O conjunto de todas as condições e influências externas que afetam a vida e o desenvolvimento de um organismo*” (BATALHA, apud ANDRADE, 2000, P. 149);
- “*O meio físico, químico e biológico de qualquer organismo vivo*” (POPE, apud ANDRADE, 2000, P. 149).

Dentre autores mais voltados para a realidade instalada, Jollivet & Pavé (1996) trazem uma definição que reforça a idéia de ser humano agindo no meio e produzindo transformações que resultam na mudança desse meio, para melhor ou pior. Segundo esses autores “*O meio ambiente constitui o resultado de processos de origem natural, não-humana, e de ações antrópicas; essas últimas adquirem uma importância considerável, pelo fato de interagirem com os processos naturais a ponto de conseguirem alterar suas tendências profundas*” (JOLLIVET & PAVÉ, apud ANDRADE, 2000, P. 151).

2.2. Os grandes problemas ambientais do século XX

Desde o seu surgimento, o homem vem se reproduzindo e ampliando seus domínios sobre o planeta Terra, o qual se tornou, na concepção dos seres humanos, uma espécie de fonte inesgotável de recursos de onde se poderia tirar tudo o quanto necessitasse, sem se preocupar com o quanto duraria tal “estoque”. Só agora, há bem pouco tempo, surgiram as primeiras preocupações com a finitude dos recursos

naturais, quando o homem começa a notar que a irracionalidade no consumo de todos os tipos de recursos gera a insustentabilidade e inviabiliza a vida das futuras gerações. Daí surgem os primeiros estudos para classificação dos recursos naturais como recursos naturais renováveis e recursos naturais não-renováveis².

Segundo Andrade (2000), os problemas ambientais começaram a ser identificados a partir de dois fatos marcantes para a humanidade:

- A revolução industrial em 1750 produzida pela inserção de máquinas que suplantaram o artesanato:
- A organização urbana, representada pelas construções das grandes cidades originadas com a revolução industrial, a maioria delas feita sem nenhum planejamento e ordenamento.

2.3. A insustentabilidade e o desenvolvimento sustentável

A situação revela-se ainda mais grave se considerarmos que é cada vez maior a separação entre pobres e ricos, em um mundo globalizado onde uns são produtores de matéria prima e consumidores de produtos importados e outros computam os lucros provenientes da exploração destes. A desigualdade social é fato, que se espalha de forma avassaladora em meio à insalubridade dos subúrbios das grandes (e até de pequenas) cidades. São pessoas que nascem e morrem pelas ruas, sem nenhum tipo de perspectiva de melhora.

Esse tipo de desenvolvimento econômico manipulado pelas classes dominantes, que privilegia o ter acima do ser, tem se mostrado ineficaz quando se fala em humanidade e igualdade social. Como afirma Leff (1999): *“O desenvolvimento promovido pela humanidade é um mau desenvolvimento que, na prática, tem se mostrado predatório, penoso e injusto. O progresso, entendido apenas como avanço técnico, material e crescimento econômico, está sendo obtido dentro de um padrão de produção, de consumo, de acumulação e de vida insustentável”* (LEFF, apud ANDRADE, 2000, p. 22) . É o avanço tecnológico em detrimento da natureza e causador da degradação que assusta o planeta como um todo.

² Definidos de forma grotesca, recursos naturais renováveis são aqueles que podem se regenerar, por exemplo a luz do Sol, a madeira dentre outros e os recursos naturais não renováveis são aqueles que não se regeneram, uma vez consumidos não podem ser reconstruídos, como exemplo podemos citar os combustíveis fósseis, a água, os minerais, etc.

A necessidade de se criar modelos de desenvolvimento menos agressivos e devastadores surgiu, e com ela um conceito resumido no termo “Ecodesenvolvimento”, pronunciado pela primeira vez na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano em Estocolmo (1972). Em 1973, Ignacy Sachs amadureceu e ampliou este conceito tendo como base três critérios a seguir relacionados: justiça social, prudência ecológica e eficiência econômica (Sachs, 1993). Posteriormente o mesmo foi sendo aprimorado e acabou por se tornar “desenvolvimento sustentável”.

A primeira interrogação que surge à cabeça quando se ouve tal termo é: Qual o seu significado?

Segundo a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento criada em 1983, vinculada aos governos e ao sistema das Nações Unidas, em um relatório denominado “nosso futuro comum”, “desenvolvimento sustentável”³ pode ser definido como *“aquele que atente às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as futuras gerações atenderem suas próprias necessidades”*(CMMAD, apud ANDRADE, 2000, p. 38).

Ainda neste relatório, pode ser encontrado o seguinte comentário em relação ao desenvolvimento sustentável:

“O desenvolvimento sustentável não é um estado permanente de harmonia, mas um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, a orientação dos investimentos, os rumos do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão de acordo com as necessidades atuais e futuras. Assim, em última análise, o desenvolvimento sustentável depende do empenho político”(CMMAD, apud ANDRADE, 2000, p. 38).

É necessário que todos entendam que nosso objetivo não é levar o homem a abdicar de todas as tecnologias dominadas com anos e anos de pesquisa, não

³ Segundo o PCN temas transversais (1998, p. 177) hoje, *“muitos usam o termo “sustentabilidade” por considerarem a idéia de desenvolvimento sustentável ambígua, permitindo interpretações contraditórias. Desenvolvimento é uma noção associada à modernização das sociedades no interior do modelo industrial. Um dos aspectos mais relevantes para a compreensão da discussão diz respeito a uma característica fundamental dessa idéia de desenvolvimento: a busca da expansão constante e, de certo modo, ilimitada. Neste sentido, a necessidade de garantir o desenvolvimento sustentável, consenso nos pactos internacionais, é uma meta praticamente inatingível numa sociedade organizada sob este modelo de produção”*(Parâmetros Curriculares nacionais: Temas Transversais, 1998, p. 177).

queremos abandonar o conforto da eletricidade, dos meios de transporte, dos computadores dentre milhares de outros. É preciso que todos entendam sim, que chegamos a uma espécie de limite de capacidade de doação e absorção do planeta. Que é momento de vivermos de forma mais sadia, responsável e racional. Assim como Andrade (2000), penso que é preciso começar um “*processo de desconstrução e reconstrução do pensamento*” (LEFF, apud ANDRADE, 2000, p. 23), que nos levará a uma mudança de comportamento, abandonando um paradigma econômico hegemônico e adotando um novo paradigma, voltado para o meio ambiente e para o ser humano. É preciso que abandonemos essa conceituação histórica que separa homem e meio ambiente e busquemos entender as relações sociedade-natureza que nele se processam.

Pelos motivos citados, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano realizada em Estocolmo (1972), concluiu que é necessário educar as pessoas de todas as idades e localidades do planeta para conviverem em paz com o meio onde vivem, e desde então, a Educação Ambiental passou a ser considerada como campo de ação pedagógica, adquirindo relevância e vigência internacional. Aí está o marco inicial da criação da chamada Educação Ambiental que, de tamanha relevância, ganhou um ano depois, em Tammi, um seminário do qual saíram os “*Princípios de Educação Ambiental*”, que serão citados no próximo capítulo.

3. A Educação Ambiental

Em 1972, O Clube de Roma⁴ publicava o relatório *Os limites do crescimento*, que baseava-se na situação atual daquele momento para fazer previsões sobre como seria o futuro do planeta caso não houvesse modificações ou ajustamentos nos modelos de desenvolvimento econômico adotados.

Tal documento denunciava a voracidade com a qual a sociedade buscava o crescimento material a qualquer custo, sem se preocupar nem por um momento com a forma como tudo acabaria. É claro que as autoridades políticas, já incompetentes naquela época, não deram a mínima para o relatório citado, mas, a repercussão internacional do mesmo impulsionou a Organização das Nações Unidas a promover

⁴ Grupo composto por trinta especialistas em diversas áreas (economistas, pedagogos, humanistas, industriais e outros) criado em 1968, liderado pelo industrial Arillio Peccei, que objetivava promover a discussão da crise atual e futura da humanidade.

no mesmo ano, na Suécia, uma conferência internacional, chamada de “*Conferência da ONU sobre Ambiente Humano*”, ou simplesmente “*Conferência de Estocolmo*”, da qual participaram representantes de 113 países objetivando estabelecer algumas recomendações que servissem de inspiração e orientação à humanidade, para a preservação e melhoria do ambiente humano.

3.1. As primeiras Conferências relativas às questões ambientais

Em 1974, em Haia, Holanda, aconteceu o I Congresso Internacional de Ecologia, que já tratou, naquele momento, de questões relacionadas à camada de Ozônio e os CFC's, mas o encontro mais importante neste ano foi o Seminário sobre Educação Ambiental, que aconteceu em Tammi, Finlândia com o apoio da UNESCO, de onde saíram alguns princípios reunidos em um documento chamado “*Os princípios de Educação Ambiental*” que já reconheciam seu caráter de uma Educação Ambiental integral e permanente.

No ano seguinte aconteceu um grande avanço no que diz respeito à organização das nações em prol da Educação Ambiental, graças às recomendações da Conferência de Estocolmo, a UNESCO em parceria com o PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) criou, no encontro de Belgrado, Iugoslávia, o Programa Internacional de Educação Ambiental, que destinava-se a Promover, nos países membros, a reflexão, a ação e a cooperação internacional neste campo. O programa, que teve sede instalada no Chile, lamentavelmente encontra-se desativado nos dias de hoje, e, embora tenha sempre focado uma pedagogia tecnicista devido à sua época de implantação, foi de grande importância na orientação de docentes, durante vários anos, buscando alternativas específicas para a Educação Ambiental, especialmente na área das Ciências Naturais. O encontro de Belgrado gerou também a “*carta de Belgrado*”⁵, um documento histórico na evolução do ambientalismo.

Muitos outros grandiosos eventos aconteceram em prol da Educação ambiental em todo o mundo, tais como I Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental em Tbilisi, Geórgia (1977), Seminário sobre Educação

⁵“A carta de Belgrado preconizou a necessidade de uma nova ética global, capaz de promover a erradicação da pobreza, da fome, do analfabetismo, da poluição da exploração e da dominação humana. Além disso o documento censura o desenvolvimento de uma nação às custas de outra; acentua a vantagem de formas de desenvolvimento que beneficiem a toda a humanidade”.(MININNI-MEDINA, 2000, p. 23)

Ambiental em San Jose, Costa Rica (1979), Congresso Internacional sobre Educação e formação Ambientais em Moscou, URSS (1987), Conferência Mundial sobre Educação Pra todos em Jomtien, Tailândia (1990), Seminário Latino-Americano de Educação Ambiental em Buenos Aires, Argentina (1988), a Conferência da Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Rio de Janeiro (1992), A conferência de Thessaloniki em Tessalônica , Grécia (1998), sem contar os que não dizem respeito diretamente à ela, mas que muito contribuíram.

3.2. A conturbada evolução da Educação Ambiental no Brasil

Segundo Dias (2000) ,lamentavelmente, embora tenha participado de todos estes encontros com lideranças de todo o mundo, a excetuar-se pela atuação de alguns órgãos ambientais e a iniciativa de alguns centros acadêmicos abnegados, o Brasil parece ter fechado os olhos e ouvidos a todas as recomendações feitas por vários dos encontros acima citados. As tentativas de alguns poucos grupos para o estabelecimento da Educação Ambiental no Brasil, como foi o caso da Universidade de Brasília e parcerias que conseguiu oferecer um curso de Especialização em Educação Ambiental nos anos de 1986, 87 e 88, foram rapidamente extintos devido a inúmeros boicotes provenientes das mais diversas fontes, principalmente políticas, devidamente mascaradas por supostas dificuldades financeiras.

Felizmente, por força das articulações dos ambientalistas e de alguns parlamentares, liderados pelo deputado federal Fábio Feldmann, a constituição brasileira promulgada em 1988 trazia um capítulo sobre o ambiente e muitos artigos afins, em especial, sobre o papel do Poder Público em *“promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente”* (Capítulo VI, artigo 225, parágrafo 1, item VI).

Entre avenças e desavenças, em 1989 o MEC criou um grupo de Trabalho para a Educação Ambiental, que foi coordenado pela professora Neli Aparecida de Melo. Este grupo iniciou uma série de projetos, que foram reduzidos a quase nada pelo governo do presidente Fernando Henrique Cardoso. O mesmo aconteceu com IBAMA, que ficou reduzido à condição de praticamente sobrevivente no mesmo período.

3.3. A criação da Lei que regulamenta a Política Nacional de Educação Ambiental

A maior conquista em se tratando de Educação Ambiental veio em uma ação integrada que começou em 1993 com a proposição do deputado Fábio Feldmann na câmara dos deputados de um projeto chamado de Política Nacional de Educação Ambiental e foi continuada com inúmeras contribuições do Ministério da Educação e do Desporto (MEC) e o Ministério do Meio Ambiente, do Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (MMA), com a interveniência do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e o Ministério da Cultura (MinC), cujos esforços culminaram com a assinatura pelo Presidente da República da *Política Nacional de Educação Ambiental* (Lei 9795 de 27/04/99). Aí nasceu o instrumento legal para subsidiar as ações em Educação Ambiental, e que promete muitos frutos para os próximos anos.

3.4. Algumas concepções de Educação Ambiental

Após termos falado tanto sobre Educação Ambiental, vamos ver agora algumas definições criadas ao longo dos anos para tal, considerando que a evolução do conceito de Educação Ambiental esta intrinsecamente ligada à evolução do conceito de Meio Ambiente:

- *“É um processo de reconhecimento de valores e clarificação de conceitos, voltado para o desenvolvimento de habilidades e atitudes necessárias à compreensão e apreciação das inter-relações do homem, sua cultura e seu entorno biofísico”* (IUCN⁶, 1970, apud DIAS, 2000, p. 98);
- *“É uma dimensão dada ao conteúdo e à prática da educação, orientada para a resolução dos problemas concretos do meio ambiente, através de um enfoque interdisciplinar e de uma participação das comunidades na preservação do equilíbrio ambiental”* (Conferência de Tbilisi, 1977, apud DIAS, 2000, p. 98);
- *“É um processo de aprendizagem permanente, baseado no respeito de todas as formas de vida”* (TEASSRG ⁷, 1992, apud DIAS, 2000, p. 99);

⁶ IUCN – International Union for the Conservation of Nature

⁷ TEASSRG – Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global

- *“Processo de formação e informação, orientado para o desenvolvimento da consciência crítica sobre as questões ambientais e de atividades que levem à participação das comunidades na preservação do equilíbrio ambiental” (CONAMA⁸, 1996, apud DIAS, 2000, p. 98);*
- *“É um processo por meio do qual as pessoas apreendam como funciona o ambiente, como dependemos dele, como o afetamos e como promovermos sua sustentabilidade”(DIAS, 2000, p. 100).*
- *“É um processo que consiste em propiciar às pessoas uma compreensão crítica e global do ambiente, para elucidar valores e desenvolver atitudes que lhes permitam adotar uma posição consciente e participativa, a respeito das questões relacionadas com a conservação e adequada utilização dos recursos naturais, para melhoria da qualidade de vida e eliminação da pobreza extrema e do consumismo desenfreado” (MININNI-MEDINA, 2000, apud DIAS, 2000, p. 99);*

Correlaciono meu conceito de Educação Ambiental com esta última visão, pois considero que, realmente, a intenção da Educação Ambiental é promover um alerta nas pessoas para a preservação do planeta e dos seus semelhantes, visando à harmonia e à igualdade.

3.5. As várias linhagens e correntes da Educação Ambiental

Embora a existência de uma diversidade de conceitos sobre Educação Ambiental, como vimos, nem todas as correntes de pensamentos seguem uma mesma linha. Sorrentino (apud MININNI-MEDINA, 2000, p. 17) classifica a Educação Ambiental não-formal⁹ em quatro correntes:

- Conservacionista

⁸ CONAMA – conselho Nacional do Meio Ambiente

⁹ É aquela que destina-se à comunidade como um todo, contemplando desde aquela parte da população cuja faixa etária obrigaria estar no processo formal de educação, até a outra parte que não está envolvida. Pode ser exemplificada como cursos de digitação, pintura, aulas de violão, hortas em pequenos espaços entre outros que são oferecidos por ONGs, projetos de extensão universitária dentre outros.

Vinculada à biologia e voltada para as causas e conseqüências da degradação ambiental.

- Educação ao ar livre:

Envolve desde os antigos naturalistas até os praticantes do escotismo, passando por grupos de espeleologia, montanhismo e diversas modalidades de lazer e ecoturismo.

- Gestão ambiental:

É mais política e envolve os movimentos sociais.

- Economia ecológica:

Que se estabeleceu a partir de reflexões sobre o desenvolvimento econômico e o meio ambiente, principalmente a partir de 1970.

Segundo Mininni-Medina (1997) outros autores classificaram a Educação em duas grandes vertentes:

- Ecológico-preservacionista:

Organizada em torno de conhecimentos da Biologia e da Ecologia; as outras áreas de estudo se interpretam em função delas. Tem como objetivo fundamental a formação individual nos aspectos éticos e estéticos par uma convivência harmônica com a natureza. Combinam atividades escolares com atividades extra-escolares, dando ênfase a estas últimas. Utiliza elementos do entorno imediato, reconhecimento de ecossistemas, trilhas ecológicas, visitas a parques e reservas zoológicas, ecomuseus, hortas escolares, plantio de árvores, coleta seletiva do lixo, entre outros.

- Sócio ambiental:

Pretende favorecer uma educação integral e integradora, que atinja as necessidades cognitivas, afetivas e de geração de competências para uma atividade responsável e ética do indivíduo como agente social comprometido com a melhoria da qualidade de vida, O estudante deve saber situar-se historicamente e ser capaz de olhar e agir prospectivamente para a construção de um futuro mais equilibrado em relação ao uso dos recursos naturais, e justo quanto às relações entre os seres humano, eliminando as condições de exploração e pobreza vigentes.

O conjunto de idéias de Paulo Freire, Saviani, Montessori, Freinet, Kilpatrick, Piaget, Ferrero, Mininni-Medina, Left, Gaudino, Perrenoud dentre muitos outros, oferece uma riqueza de posições e argumentações e uma gigantesca gama de

possibilidades de pesquisa que muito me atraem, sendo, portanto, a linha desses autores minha vertente preferencial em se tratando não só de Educação Ambiental, mas de Educação de uma forma geral.

Quando se trata de Matemática, porque não encontrar um elo de ligação forte entre esse conhecimento e a Educação Ambiental? Afinal, quando se fala em Matemática pensa-se em ensino da matemática, ação que tem desafiado ao longo de décadas, ou melhor, de séculos, educadores de todo o planeta, e a palavra educação é muito mais que um elo de ligação. Afinal, o que é educação? Segundo Aurélio (2001) pode-se entender como educação o processo de desenvolvimento da capacidade física, intelectual e moral do ser humano. Eis o substantivo abstrato “educação” estabelecendo o elo entre a Educação Ambiental e a desafiadora Educação Matemática.

O grande educador matemático (ou simplesmente grande educador) Ubiratan D'Ambrosio (1998), falando sobre educação confirma meu diagnóstico de encontrar uma correlação entre as “educações” aqui em questão em uma frase que relato: *“O aluno é mais importante que os programas ou conteúdos. Vejo educação como a estratégia mais importante para levar o indivíduo a estar em paz consigo mesmo e com o seu entorno social, cultural e natural e a se localizar numa realidade cósmica”* (D'AMBRÓSIO, 1998, P. 14). Num sentido generalizado, não seria esta definição até certo ponto razoável para Educação Ambiental?

Essa afirmação de D'Ambrosio vem dar testemunho ao pensamento de que, em se tratando de educação, não se pode separar disciplinas, atribuindo a elas apenas o dever de ensinar os conteúdos mais diretamente relacionados com a definição do seu título, ou seja, não é dever apenas das Ciências da Natureza trabalhar conteúdos relativos à transversalidade de outros temas. Todas as disciplinas têm seu papel fundamental na formação integral do educando, tendo em vista a possibilidade de teorizar sobre o real, o palpável e o visível. Concordo plenamente com D'Ambrosio quando se refere às questões ambientais dizendo que elas se apresentam com urgência como tema central nos programas escolares, e que dificilmente poderão ser abordadas sem Matemática.

No próximo capítulo estarei enfocando mais diretamente a Educação e a Educação Matemática e suas possíveis relações.

4. A Educação e a Educação Matemática

Primeiramente gostaria de expor algumas concepções de alguns autores sobre o que é Educação Matemática de acordo com Uzeda (2000, p. 6):

- *“Educação Matemática é campo de pesquisa interdisciplinar que utiliza conceitos e métodos tomados emprestados das outras ciências.”* (CURY, 1994);
- *“Educação Matemática se faz na relação dialética entre o saber matemático e os fundamentos da Educação, incluindo aí conhecimentos de Pedagogia, Psicologia e Sociologia.”* (ARAÚJO, 1994);
- *“Educação Matemática ou Didática das Matemáticas é disciplina autônoma "que trata de construir uma teoria dos sistemas didáticos, constituídos pelo saber matemático, os professores, os alunos e o meio no qual tem lugar a aprendizagem" (p.165). (resposta ao reducionismo do pensamento matemático que estabelece a certeza do ensino e da aprendizagem, centrados no professor).”*(GODINO, 1990);
- Refere diferentes concepções de Didática das Matemáticas como: *“campo complexo cujos problemas não podem ser atacados de forma científica”; “ciência, reduzida a aspectos específicos (por exemplo, o estudo do conhecimento, seus tipos de representação e crescimento; ou o estudo do comportamento das crianças na aprendizagem da Matemática, num enfoque cognitivista de como funciona a mente dos alunos) que exclui a influência do meio e do contexto sociocultural”*; e sugere o desenvolvimento de uma visão compreensiva da Educação Matemática, envolvendo investigação, desenvolvimento e prática, por meio de uma abordagem sistêmica. (STEINER, 1993);
- *“O objeto formal de pesquisa desta área é o "sentido das falas matemáticas" (p.54), que fundamentam as práticas de ensino, e, no momento em que este objeto se caracteriza, define e limita, a Educação Matemática adquire estatuto de prática científica.”*(SOUZA, 1995);
- *“Educação Matemática é um "movimento" (p.45), nas práticas sociais e, entre elas, na prática científica.”*(GARNICA, 1998);
- *“Educação Matemática é campo profissional e científico.”* (KILPATRIK, 1996);
- *“Educação Matemática é vista, por um lado, num sentido foucaultiano, como uma "posição de locução" a partir da qual é produzido um discurso novo,*

novos saberes e novas verdades sobre Matemática, ensino e pesquisa, sobre o professor e sua formação; por outro, Educação Matemática é vista como um lugar de construção de novas identidades profissionais.”(CARNEIRO, 1994).

D'Ambrosio (1993, p.7), em seu texto “Educação Matemática: Uma Visão do Estado da Arte”, considera a Educação Matemática de várias formas e sob diversas óticas, dentre as quais:

- *“O estudo e o desenvolvimento de técnicas ou modos mais eficientes de se ensinar Matemática”;*
- *“estudos de ensino e aprendizagem da Matemática”;*
- *“Metodologia do ensino da Matemática no sentido amplo”.*

Após explicitarmos concepções dos vários autores como fizemos, notamos que a idéia do que exatamente é Educação Matemática ainda é um tanto indefinida. Não se fala do assunto, e não sei se será assim um dia, de forma totalmente convergente. Claro que nem todos pensam da mesma forma, o que é muito bom considerando as possibilidades para uma variedade trabalhos voltados para os momentos em que nos encontramos com nossos alunos nas aulas de Matemática.

Tantos pareceres nos fazem refletir sobre concordar ou não, ou que concepção é a mais correta para cada um de nós.

Ao invés de pensarmos assim, de repente seria mais interessante se pensássemos o que podemos fazer para melhorar o ensino da Matemática, que é motivo de discussões em praticamente todas as escolas do mundo.

“Por que Educação e Educação Matemática e o próprio fazer matemático se não percebemos como nossa prática pode ajudar a construir uma humanidade ancorada em respeito, solidariedade e cooperação?” (D'AMBROSIO, 1998, p. 13).

O pequeno trecho citado reflete de forma bem clara meu sentimento em relação à Educação e, em especial, sobre a Educação Matemática e me faz refletir sobre o objetivo de estarmos ensinando livros e mais livros de conteúdos, muitas vezes descontextualizados, quando, na minha opinião, deveríamos identificar quais realmente interessam e atualizá-los dentro do contexto do caótico mundo atual, como já me referi anteriormente em se tratando, principalmente das questões ambientais. Daí a preocupação que manifesto neste trabalho de pesquisa e que orientou a minha pergunta: *“Quais são as visões de alguns Professores de Matemática do ensino fundamental da região de Ouro Preto sobre as questões ambientais e como tais visões estão refletidas na sua prática pedagógica?”*

Quando D'Ambrosio se refere às questões ambientais dizendo que elas se apresentam com urgência como tema central nos programas escolares, e que dificilmente poderão ser abordadas sem Matemática, esclarece para muitos de nós a gigante necessidade da fomentação de projetos voltados para a *"construção de uma humanidade ancorada em respeito, solidariedade e cooperação"*, e o mais importante, projetos esses que estejam diretamente ligados à matemática, agora sim, contemporanizada e útil.

Ao pregar uma Educação voltada para uma abordagem sócio-cultural, Paulo Freire afirma que os homens encontram-se imersos em condições espaço-temporais, sociais, econômicas e históricas que mutuamente se influenciam, consistindo o desenvolvimento nessa interação construtivista, voltada para a *"construção de uma humanidade ancorada em respeito, solidariedade e cooperação"*.

Quando falamos em modernização e contextualização do ensino da Matemática, referimos-nos à utilização desse ensino como instrumento para a inserção de conceitos relativos à atualidade. Conceitos de extrema urgência e de relativa necessidade à sobrevivência da espécie humana e, porque não, do próprio planeta. Afinal, como disse D'Ambrósio (1998), *"o que importará se aos 12 anos de idade os alunos serão capazes de extrair a raiz quadrada de 12764? Ou de somar $5/39 + 7/65$? Qual a relação disso com a satisfação e a ampliação de seu potencial como indivíduos e de seu exercício pleno da cidadania?"* (D'AMBROSIO, 1998, p. 62).

É necessário que se esclareça que o nosso objetivo não é simples e exclusivamente, criticar o sistema de ensino de Matemática que impera hoje por todo o país (que, de acordo com o PCN de Matemática, *"Centrado em si mesmo, limitando-se à exploração de conteúdos meramente acadêmicos, de forma isolada, sem qualquer conexão entre seus próprios campos ou com outras áreas de conhecimento, o ensino dessa disciplina pouco tem contribuído para a formação integral do aluno, com vistas à conquista da cidadania"* (Parâmetros Curriculares nacionais de Matemática, 1997, p. 31)), mas sim nos colocarmos, colaborativamente, para a realização de um trabalho, que provavelmente, muito em breve, terá a adesão de muitos outros profissionais da Educação Matemática. Temos em vista que esse trabalho, além de criar novos elementos para o processo de ensino-aprendizagem dessa ciência, deverá utilizar seus mecanismos como

caminho para inserir no educando subsídios que futuramente serão de essencial importância para sua plena formação como cidadão.

Mas, como se posicionam os professores de Matemática diante da realidade do mundo atual? Estes professores estão preocupados com a “*construção de uma humanidade ancorada em respeito, solidariedade e cooperação*”? ou simplesmente estão agindo como fiéis seguidores de tendências influenciadas pelas teorias absolutistas e inspiradoras dos currículos escolares¹⁰?

É bastante comum, em reuniões de área nas escolas, ouvirmos comentários do tipo:

“Isso não é da área da Matemática. Acho que ficaria mais bem trabalhado pelos professores de Ciências ou Geografia, ou quem sabe Língua Portuguesa.”

É, portanto, chegada a hora dos professores de Matemática entenderem, de uma vez por todas, o significado das palavras interdisciplinaridade e transversalidade¹¹. Entender que “*a escola não é apenas lugar de reprodução de relações de trabalho alienadas e alienantes. É, também, de possibilidade de construção de relações de autonomia, criação e recriação de seu próprio trabalho, de reconhecimento de si, que possibilita redefinir sua relação com a instituição, com o Estado, com os alunos, suas famílias e comunidades*” (Parâmetros Curriculares Nacionais de Temas Transversais, 1997, p. 32).

Pensando em Educação Matemática propusemos-nos a ir a campo, para, através de observações e questionários, levantarmos informações sobre “*as visões e posturas de Professores de Matemática do Ensino Fundamental da região de Ouro Preto frente à Educação Ambiental.*”

Essa pesquisa de campo proporcionou o levantamento de dados visando a explicitar as visões dos Professores de Matemática sobre as questões ambientais e inferir como essas visões influenciam sua prática pedagógica. Embora, de acordo com a proposta do trabalho, consideramos nossa amostragem pequena em relação ao total de professores, acreditamos que qualitativamente tenhamos atingido o objetivo proposto no trabalho, como veremos adiante, quando estaremos explicitando os resultados dessa investigação com os professores.

¹⁰ Algumas das visões filosóficas do século XX mais conhecidas como o Logicismo, o Formalismo, o Platonismo e outras, são consideradas como teorias absolutistas.

¹¹ Embora haja uma tendência em se confundir as concepções dos termos interdisciplinaridade e transversalidade, elas diferem uma da outra uma vez que a primeira refere-se à abordagem epistemológica dos objetos de conhecimento, enquanto a segunda diz respeito principalmente à dimensão da didática (Parâmetros Curriculares nacionais de Temas Transversais, 1997, p. 30).

5. O que pensam alguns professores de matemática sobre o meio ambiente e educação ambiental

Por alguns meses deste ano (2003), fizemos algumas visitas em escolas, onde, de acordo com o proposto, estivemos levantando informações sobre a postura de professores de Matemática dessas escolas frente às questões ambientais.

Decidimos assistir uma aula de cada um dos professores e logo após pedir a eles que preenchessem um questionário com sete questões relativas à nossa pesquisa. Optamos por assistir a aula e só depois entregar o questionário pelo fato de acharmos que o mesmo poderia interferir na forma como o professor iria reger a aula, perdendo, talvez, a originalidade e individualidade com a qual normalmente ele conduz sua classe.

Pesquisamos oito professores de Matemática em cinco escolas, sendo duas delas Municipais e as demais Estaduais.

Enumeraremos as questões a seguir, esclarecendo o porque de cada uma delas, relacionando os dados adquiridos e analisando esses dados.

1- Para você, o que é meio ambiente?

O fundamento do nosso trabalho está no conhecimento do verdadeiro sentido do termo “meio ambiente”. Propusemos tal questionamento por achar que é impossível trabalhar-se com o que não se conhece. Pelas respostas dessa primeira questão já, na nossa opinião, ficam evidenciadas algumas visões dos entrevistados sobre o assunto em questão.

Todos os professores entrevistados definiram “meio ambiente” segundo um mesmo ponto de vista, sempre voltado para a idéia de “localidade”, “tudo que nos cerca”, “fauna e flora” e nunca incluindo o ser humano como parte ativa do meio. Alguns chegaram a considerar o “meio ambiente” como “...recursos naturais que estão à disposição do homem...”.

No primeiro capítulo deste trabalho, expusemos algumas definições para “meio ambiente”. Uma delas, com a qual compactuamos, vai servir-nos de parâmetro para analisarmos as definições dadas pelos nossos entrevistados.

Para a UNESCO (1977) *“Meio Ambiente não é somente o meio físico biótico, mas também, o meio social e cultural, e relaciona os problemas ambientais com os modelos de desenvolvimento adotados pelo homem”* (UNESCO, apud MININNI-MEDINA, 2000, p. 26). Segundo esse conceito, notamos que as respostas para

essa questão revelaram um desconhecimento dos professores em relação ao assunto “meio ambiente”. Desconhecimento que, na nossa opinião, resulta da carência de políticas voltadas para a formação de professores conscientes e preocupados com as questões ambientais de urgente necessidade. Fica bem claro, na visão da UNESCO, que falar de meio ambiente é muito mais do que falar de matas, bichos, rios e preservação. É necessário incluir nessa lista *“o meio social e cultural, e relaciona os problemas ambientais com os modelos de desenvolvimento adotados pelo homem”*.

2- Para você, o que é Educação Ambiental?

Com a intenção de direcionar para o verdadeiro propósito do nosso trabalho, essa questão - bastante direta - visou a buscar informações individuais de cada professor que entrevistamos.

As respostas enunciadas já mostraram uma maior divergência de opiniões entre os entrevistados. Uma minoria, se considerarmos em linhas mais gerais, trouxe uma resposta mais próxima da nossa idéia sobre o tema, quando respondeu algo como “a conscientização do meio em que vivemos”. Outros se manifestaram segundo uma linha mais ecológico-preservacionista¹², destacando termos como: “Preservar a natureza”, “Poluição ambiental”, “derrubadas”, “queimadas”, “coleta seletiva”, “uso de pesticidas” e outras afirmações nessa mesma linha. Um dos entrevistados conceituou Educação Ambiental como “técnicas e procedimentos voltados à administração de demandas ambientais potencialmente geradoras de conflitos”. Outro professor deu uma resposta totalmente deslocada da pergunta: “Acho que cada pessoa deve contribuir para manter o ambiente de boa qualidade...”.

Um dos professores deu uma conceituação bastante razoável para a questão. Ele considera que se trata de “um exercício de sobrevivência ao considerar o meio ambiente tudo aquilo que cerca o homem, sem restringir este conceito aos fatores físicos, mas estendendo-o ao convívio social e as questões políticas e econômicas”. No entanto, tal resposta contradiz com a resposta que o professor deu para a questão anterior, levando à suspeita que possa ter sido copiada de alguma definição prévia. Se esta suspeita não se confirmar, pode-se dizer que o professor não conseguiu encontrar uma correlação entre meio ambiente e Educação Ambiental.

¹² Ver página 6

Uma idéia do que seja Educação Ambiental, de acordo com Mininni-Medina (2000), com a qual concordamos por ser abrangente e voltada para os problemas gerais da humanidade, não se restringindo apenas a problemas de cunho ecológico-preservacionista, considera que a mesma

“É um processo que consiste em propiciar às pessoas uma compreensão crítica e global do ambiente, para elucidar valores e desenvolver atitudes que lhes permitam adotar uma posição consciente e participativa, a respeito das questões relacionadas com a conservação e adequada utilização dos recursos naturais, para melhoria da qualidade de vida e eliminação da pobreza extrema e do consumismo desenfreado” (MININNI-MEDINA, 2000, apud DIAS, 2000, p. 99);

As respostas, mais uma vez demonstraram um desconhecimento do assunto. A maioria dos professores voltou suas respostas, mais uma vez, para uma corrente mais preservacionista, quando afirma que Educação Ambiental é uma forma de “incentivar a preservação da natureza”. Outros deram respostas que estão mais ou menos de acordo com as definições de meio ambiente anteriormente expressas por eles. Considero que uma conceituação mais satisfatória para Educação Ambiental está intrinsecamente ligada a uma conceituação satisfatória de meio ambiente, logo, sem um bom conhecimento do segundo, é improvável que se consiga dizer algo considerável sobre o primeiro.

3- Você acha que a questão ambiental é de grande relevância e urgência ou não é necessário tanto alvoroço em torno do assunto?

Como já era de se esperar, partindo de professores, a resposta não poderia ser diferente, ou seja, todos os professores acham que as questões ambientais são de grande relevância e urgência. Porém, a grande maioria deles continuou a considerar “questões ambientais” como algo ligado somente a recursos naturais, sua preservação e racionamento, e não como um conceito envolvido em um todo bem mais amplo, correlacionado com questões políticas, culturais, econômicas e sociais.

Segundo os PCNs Temas Transversais, *“a solução dos problemas ambientais tem sido considerada cada vez mais urgente para garantir o futuro da humanidade e depende da relação que se estabelece entre sociedade/natureza, tanto na dimensão coletiva quanto na individual”* (Parâmetros Curriculares nacionais: Temas Transversais 1998, p. 169). Porém, acreditamos que a unanimidade em torno do sim

nas respostas dos professores não seja totalmente proveniente de leituras de textos relativos ao meio ambiente. Pela natureza das respostas sempre voltadas para o preservacionismo ecológico, acreditamos que há uma influência dos meios de comunicação de massa, já que é comum levarem ao ar chamadas voltadas para o preservacionismo ecológico, embora, seja bastante raro uma emissora de tv ou rádio fazer uma chamada sobre, por exemplo, o uso abusivo de agrotóxicos, já que, na maioria das vezes tais emissoras veiculam comerciais de promoção de tais produtos.

4- Você já teve algum tipo de experiência com projeto envolvendo Educação Ambiental? Que experiência foi essa?

Com essa questão, pretendemos que os professores se expressassem sobre suas possíveis experiências em Educação Ambiental.

As respostas enunciadas nos revelaram que a maioria dos professores entrevistados já havia participado de projetos em nível de Educação Ambiental voltados para “preservação dos rios”, “implantação de hortas”, “plantio de árvores”, “coleta seletiva”, “esgotamento da água potável do planeta”, etc. Realmente são projetos relacionados com Educação Ambiental, mas enfatizando apenas questões estritamente ligadas à “natureza em geral”, e nunca voltados para problemas de relevância e urgência nas comunidades onde vivem ou trabalham.

A educação é algo que acontece espontaneamente em vários locais e a todo tempo na vida das pessoas. É claro que a escola é (ou deveria ser) um local onde ela é facilitada pela ação de agentes que envolvem (ou deveriam envolver) desde funcionários e professores até a direção da instituição. Na verdade sabemos que na prática isso nunca acontece. Mas nossa intenção com a questão foi saber se, na sala de aula, o professor, pelo menos, comenta sobre assuntos que dizem respeito à vida cotidiana das pessoas, sobre decisões políticas, em diversos níveis - municipais, estaduais, federais e mundiais - movimentos sociais, racionamentos, preservacionismo ou, simplesmente, sobre a forma correta de se sentar em uma cadeira, ou local certo para se depositar o lixo produzido por cada um na sala de aula, e até como tratar um colega no dia-a-dia, algo, de acordo com Mininni-Medina (1997) mais voltado para uma corrente sócio ambiental¹³.

5- Independente de projetos, você tem feito algo em prol das questões ambientais em suas aulas? No caso de já ter feito, você poderia relatar?

¹³ ver pág. 6

A grande maioria dos professores respondeu que sempre faz, comentários sobre os assuntos envolvendo questões ambientais, mas somente um deles mencionou situações de sala de aula, tais como lixo individual, cuidados com o material escolar, higiene pessoal e etc.

Como estivemos assistindo uma aula de cada um desses professores, podemos afirmar que nenhum deles, pelo menos enquanto estivemos presentes, comentou sobre nenhum das situações acima com os alunos, embora tenham sobrado oportunidades e situações que necessitavam da intervenção do professor. É possível que falem às vezes, mas é importante que nunca se perca uma oportunidade.

6- Para você as questões ambientais podem ser trabalhadas em todas as disciplinas ou em algumas específicas? Quais seriam elas, na sua opinião?

Essa questão buscou explicitar a opinião dos professores sobre a presença da Educação Ambiental nas diversas disciplinas constantes do currículo escolar do Ensino Fundamental.

Entendemos que há um certo direcionamento na pergunta, o que não deve ser fato diferencial para um educador dar sua resposta. Afinal, penso que um professor deve ter sua opinião formada sobre as mais diversas questões.

A questão é importante para o nosso trabalho, pois não se pode deixar de pensar que um dos motivos que levam os professores de Matemática a tomar uma posição tão estática diante dos diversos problemas ambientais e suas ramificações, é que os mesmos considerem que tais problemas não são de responsabilidade da disciplina, e sim de outras disciplinas com maior relação com as questões ambientais.

Segundo os PCNs o ensino da Matemática hoje é *“Centrado em si mesmo, limitando-se à exploração de conteúdos meramente acadêmicos, de forma isolada, sem qualquer conexão entre seus próprios campos ou com outras áreas de conhecimento, o ensino dessa disciplina pouco tem contribuído para a formação integral do aluno, com vistas à conquista da cidadania”* (Parâmetros Curriculares nacionais: Matemática, 1997, p. 31)

Pelas respostas dadas, notamos que metade dos entrevistados acha que todas as disciplinas devem dar sua parcela de contribuição. Os demais, assim também consideraram, mas só com um acréscimo: acham que disciplinas como Ciências, Geografia e Português devem dar maior ênfase às questões ambientais

por estarem mais diretamente ligadas a elas e, provavelmente, por trabalharem uma maior quantidade de textos.

7- O que você pensa sobre a disciplina Matemática e as questões ambientais?

O objetivo dessa questão foi o de revelar a opinião dos professores entrevistados sobre a disciplina Matemática e as questões ambientais, ou seja, enquanto disciplina, a Matemática poderia dar alguma contribuição para a Educação Ambiental?

Houve aqui uma divergência de idéias entre os professores. Um deles fez uma tentativa de utilizar uma estratégia para correlacionar os dois assuntos. Sugeriu trabalhar com jogos. Outros disseram que a Matemática está presente em todos os momentos do cotidiano, e por que não aproveitar para trabalhar questões ambientais. Um professor não respondeu essa questão e um último expôs sua idéia com a seguinte frase: “Matemática é uma matéria lógica e complexa e as questões ambientais requerem leituras e trabalhos concretos a respeito”.

5.1. Algumas Considerações sobre a Pesquisa

Como já era da nossa proposta, pretendíamos explicitar a forma como alguns professores de Matemática da Região de Ouro Preto vêem as questões ambientais e como essas visões influenciam suas praticas em sala de aula.

A hipótese que levamos para a pesquisa confirmou-se através das respostas dos professores aos questionários e das observações em sala de aula: um desconhecimento das questões ambientais e demais questões com implicações na Educação. Algumas situações de sala de aula (como alunos apontando lápis sem se preocupar com os restos, jogando papéis e outros lixos pelo chão, gritando no ambiente, agredindo-se mutuamente com palavrões, resolvendo exercícios nos livros didáticos não consumíveis, livros desencapados com orelhas, raros trabalhos em grupos, nenhum tipo de exercício voltado para situações do dia-a-dia que envolvesse questões de preservacionismo, economia, sociedade e política e muitas outras que não enumero aqui) demonstraram que os professores ainda possuem uma visão de meio ambiente que exclui o homem do seu contexto.

O que entendemos é que os professores entrevistados não incluem a sala de aula ou a própria escola como sendo parte do meio ambiente, ou seja, eles consideram que os problemas estão longe da realidade em que eles se encontram, não sendo necessário que o aluno aprenda a respeitar os colegas, a jogar o lixo na

cesta de lixo da sala, a se sentar corretamente, a conversar em boa tonalidade, a entender de questões políticas e econômicas, a preservar a cultura local e outros. Por exemplo, muitos dos professores consideraram o lixo como sendo um grande problema para a humanidade, mas nenhum deles se preocupa com o lixo jogado no piso da sala.

De acordo com as opiniões dadas pelos professores as questões da Educação Ambiental são voltadas, na grande maioria das vezes, para o preservacionismo ecológico, ou seja, sempre que se referiram à Educação Ambiental e projetos nessa área, falaram de preservação de florestas, rios, problemas com lixo, problemas de demandas ambientais, pesticidas entre outros. Não ouviu nenhum deles que considerasse uma oficina de capoeira, um curso de violão, uma visita à Câmara Municipal em dia de reunião de vereadores ou uma campanha contra as drogas, como sendo uma atitude de grande relevância na luta da Educação Ambiental.

Na nossa opinião falta-lhes o entendimento de que o problema é muito mais social que preservacionista propriamente dito. Notamos que eles não conseguem perceber que dificilmente se conseguirá evitar que pessoas agredam os recursos naturais quando elas o fazem para retirar dele meios para a própria sobrevivência. Acreditamos que, por ser uma questão óbvia, deveria estar claro para os professores dessa região que a agressão dos garimpeiros aos leitos dos rios, tanto revolvendo-os em busca de pedras preciosas, semipreciosas e ouro, quanto poluindo os corpos d'água com óleo de motores e mercúrio, provém da necessidade que eles têm de se sobreviver. Todos sabemos há aqui um choque de necessidades: a necessidade de se preservar e a de sobreviver, sendo, na nossa opinião, a segunda mais importante.

Por outro lado, podemos dizer que em nenhum momento tivemos dúvida que o resultado da nossa pesquisa seria esse. Afinal como poderiam, os professores de Matemática, adquirirem conhecimentos relevantes na área ambiental se não existe nenhum tipo de projeto visando à capacitação desses professores para tal. Os próprios Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), não identificaram adequadamente o que vem a ser “meio ambiente”, “Educação Ambiental”. Afinal, um documento oficial de um país deveria seguir linhas mais gerais e entender que ética, pluralidade cultural, trabalho e consumo, saúde, orientação sexual e meio ambiente nada mais são que o próprio meio ambiente dividido em sub partes, e a sub parte

que eles chamam de “meio ambiente” deveria chamar-se “conservação da natureza e dos recursos naturais”, pois em 1978, no informe final da Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental que aconteceu em Tbilisi na Geórgia (1977), foi criada uma definição bastante adequada para a expressão meio ambiente, a qual já citamos.

Pensando dessa forma, é possível justificar a visão dos professores sobre a questão ambiental. Afinal, como cobrá-los?

6. Considerações Finais

Embora seja bastante difícil quantificar importâncias, por não haver um parâmetro único, acredito que esse trabalho que exponho nessa monografia seja o trabalho mais importante do qual participei em toda minha vida, em nível de importância para a Educação de uma forma geral.

Aqui, estivemos a expor algumas idéias nossas de outros autores, com as quais compartilhamos. Inicialmente, decidimos apresentar o assunto meio ambiente, pois acreditamos que a maioria de nós, professores de Matemática, não possui um conhecimento relevante nesta área. Trouxemos diversas definições de vários autores, e apontamos nossa direção, assumindo uma posição, que nos serviu de parâmetro.

Mas nosso trabalho não se resumia apenas em relacionar meio ambiente e Educação Matemática. Em um segundo capítulo estivemos comentando sobre a Educação Ambiental, com a intenção de esclarecer o que realmente significa esse termo, expondo algumas concepções de alguns autores e assumindo uma posição ante elas.

Após esclarecermos sobre os temas meio ambiente e Educação Ambiental, era necessário que mostrássemos, se e onde acontecia uma convergência de Educação Ambiental e Educação Matemática. Então, em uma terceira parte desse trabalho, comentamos sobre alguns autores e suas posições perante a Educação Matemática, e acabamos nos fundamentando principalmente em D'Ambrosio, que é o autor que nos deu um maior suporte para cuidarmos de questões gerais dentro da Educação Matemática. Acreditamos também termos conseguido correlacionar esses dois temas, esclarecendo os pontos comuns entre eles.

A posição defendida por nós perante a problemática ambiental e a Educação Matemática nada mais é que uma posição de dinamização do ensino da Matemática,

onde estaríamos modificando a forma como os conteúdos são passados aos alunos, inserindo-os no contexto atual, ou seja, usando elementos da realidade para tornar as aulas diferentes e mais atraentes. Trabalhos de pesquisa, tanto extra-classe quanto em sala de aula e elaboração de situações-problema questionando os conhecimentos provenientes dessas pesquisas, passariam a se tornar comuns na disciplina Matemática. Os próprios alunos seriam os responsáveis pela busca e processamento de informações do dia-a-dia. Esses assuntos relativos ao dia-a-dia, aos quais nos referimos acima, são exatamente os “acontecimentos do meio ambiente”, tais como guerras, fome, violência, poluição e contaminação de corpos d’água, atmosfera e solos, manobras políticas, devastação de florestas, desvalorização da moeda, dentre tantos outros, são fontes inesgotáveis de dados totalmente utilizáveis na Matemática. Essa dinâmica proporcionaria alguns benefícios, dentre eles a quebra do gelo nas aulas normalmente pouco interessantes e a inserção de temas atuais na disciplina Matemática, que, provavelmente, estariam recheados de dados extremamente assustadores para alunos tão acostumados à neutralidade da sala de aula. Não custa lembrar a posição de D’Ambrosio em relação à Educação Matemática. *“Por que Educação e Educação Matemática e o próprio fazer matemático se não percebemos como nossa prática pode ajudar a construir uma humanidade ancorada em respeito, solidariedade e cooperação?”* (D’AMBROSIO, 1998, p. 13).

Após termos feito, acreditamos, um bom levantamento de informações na parte teórica do trabalho, partimos para o campo para, a partir da prática do professor, observar a realidade da relação entre a Educação Matemática e a Educação Ambiental. Essa parte, como vimos anteriormente no desenvolvimento do trabalho, demonstrou-nos que nossa hipótese estava certa, já que acreditávamos que professores de uma maneira geral, incluindo os de Matemática, não possuem uma dinâmica de alterações nos modelos das aulas e não tocam em assuntos que sejam diferentes do contexto costumeiro de todas as aulas em todos os anos. Exatamente como descrevem os PCNs, *“Centrado em si mesmo, limitando-se à exploração de conteúdos meramente acadêmicos, de forma isolada, sem qualquer conexão entre seus próprios campos ou com outras áreas de conhecimento, o ensino dessa disciplina pouco tem contribuído para a formação integral do aluno, com vistas à conquista da cidadania”* (Parâmetros Curriculares nacionais de Matemática, 1997, p. 31). Foi exatamente o que encontramos: professores que dão

suas aulas sem se incomodar com o que se passa ali, no ambiente à sua frente, dentro da sala de aula e dos limites da escola.

Gostaríamos de deixar claro que não se trata da criação grandes projetos nas escolas onde a Matemática seria o carro chefe. Trata-se de posturas extremamente simples, tais como a observação do respeito mutuo em sala de aula, os cuidados com o lixo que é jogado no piso da sala e corredores da escola, com a postura correta na cadeira, com a conservação do material didático, a inserção de todos os alunos no convívio da sala e da escola, o mapeamento de possíveis problemas de saúde dos alunos que interfiram na sua aprendizagem ou não, a conservação de elementos da cultura local, e outros.

Relacionaremos abaixo possíveis ações com as quais seria possível minimizar o problema que demonstramos existir anteriormente:

- Criar grupos de professores interessados por esse trabalho, para que se possa fomentar novas idéias para a melhoria do ensino da Matemática, pela conservação da vida e reconstrução da estrutura social, política e financeira que impera no mundo de hoje.
- Na junção desses grupos criar uma Organização não Governamental (OnG) de caráter “Matemático-Ambiental”, para que seja um ponto de referência ao trabalho.
- Viabilizar formas de travar parcerias com instituições superiores como a Universidade Federal de Ouro Preto e Centro de Educação Tecnológica de Ouro Preto, para criar mini-cursos de capacitação em Educação Ambiental, para professores da rede estadual e municipal que tenham interesse no assunto.

Sabemos que a amostragem de professores pesquisados nesse trabalho não foi grande, como já dissemos anteriormente, e sabemos também que tivemos pouco tempo para estar observando os professores em sua prática em sala de aula, mas, pretendemos continuar com essa pesquisa e, em um futuro próximo, trazer resultados de uma amostragem bem maior, para que possamos chegar a conclusões mais fundamentadas sobre o assunto proposto.

Acreditamos que, levando outros professores de Matemática ou de outras disciplinas para a luta ambiental, estamos dando nossa contribuição para a manutenção e melhoria da vida no futuro. Acreditamos em uma Educação integradora, orientadora, formadora e verdadeira, que não se curva aos interesses

de pequenos grupos, mas que luta pelo seu verdadeiro objetivo que é preparar o aluno de hoje para ser o cidadão do amanhã.

Para concluir, gostaríamos de ressaltar que tivemos consciência da pequena amostra de professores pesquisados em relação ao universo de docentes da área de Matemática. Daí que algumas das afirmações conclusivas que fizemos podem não ser totalmente verificadas considerando-se novas amostragens. Na realidade, o pouco tempo que tivemos para acompanhar o trabalho dos professores em sala de aula, não nos garantiu o aprofundamento de nossas observações e, conseqüentemente, algumas conclusões equivocadas podem ter acontecido. Pretendemos continuar com a pesquisa e, em um futuro próximo, trazer resultados fundamentados em uma investigação mais ampla sobre o assunto proposto.

Bibliografia

D'AMBROSIO, U. ***Educação Matemática: Da teoria à prática***. 4ª edição, Campinas:Papirus, 1998.

DIAS, G. F. ***Educação Ambiental: Princípios e práticas***. 6ª edição, São Paulo: Gaia, 2000.

LEITE,A. L.T., MININNI-MEDINA, N ***Educação Ambiental: Educação e Educação Ambiental I***. 2ª edição, Brasília: Fubra, 2001.

_____. ***Educação Ambiental: Educação e Educação Ambiental II***. 2ª edição, Brasília: Fubra, 2001.

_____. ***Educação Ambiental: Documentos e legislação da Educação Ambiental***. 2ª edição, Brasília: Fubra, 2001.

_____. ***Educação Ambiental: Questões ambientais: conceitos, história, problemas e alternativas***. 2ª edição, Brasília: Fubra, 2001.

BRASIL. MEC. SEF **LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO NACIONAL**. n.º 9.394 de 20 de dezembro de 1996.

RUSCHEINSKY, A. COSTA, A. L. ***A EducaçãoAmbiental a partir de Paulo Freire***. In: RUSCHEINSKY, A. (org). ***Educação Ambiental: abordagens múltiplas***. 1º edição, Porto Alegre: Artmed, 2002.

BRASIL. MEC. SEF. ***Parâmetros Curriculares Nacionais para o EnsinoFundamental***. Brasília, 1996.

LEFF, E. ***Sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder***. México: Siglo XXI, 1998.

SORRENTINO, M. **Formação do educador ambiental: um estudo de caso**. São Paulo:FE/USP, 1995. (tese de doutorado)

MININNI-MEDINA, N. **A Educação Ambiental para o século XXI**. IBAMA, Brasília, 1996.

_____. **Educação Ambiental para a sustentabilidade**. Anais do Congresso Internacional de Educação do colégio Coração de Jesus. Florianópolis, 1998.

_____. **A formação dos Professores em Educação Ambiental**. Oficina de Trabalho, COEA/ MEC. 2000.

AMABIS, J. M. MARTHO, G. R. **Fundamentos da Biologia moderna**. 1ª edição, São Paulo: Moderna, 1990.

OLIVEIRA, G. B. M. CARVALHO, J.P. **A Educação Ambiental em Minas Gerais**. In: SANTOS, C. P. **Educação Ambiental: ação e conscientização para um mundo melhor**. 1ª edição, Belo Horizonte: SEE/MG, 2000.

FIORENTINI, D. **Alguns modos de ver e conceber o ensino da Matemática no Brasil**. In. Revista Zetetiké. Ano 3, nº 4, novembro 1995. p. 01- 37.

BOOTH, W. C. COLOMB, G. G. WILLIAMS, J. M. **A arte da pesquisa**. Tradução, MONTEIRO, H. A. R. 1ª edição, São Paulo: Martins Fontes, 2000.

JAPIASSÚ, H. **Dicionário básico de filosofia**. 3º edição. rev. e ampliada. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1996.

SAVIANI, D. **Escola e democracia**. 22ª edição, São Paulo: Cortez Editora, 1994.

BRANDÃO, C. R. **O que é Educação**. 10ª edição, São Paulo: Brasiliense, 1983.

SVIRSKY, E. CAPOBIANCO, J. P. R. **Ambientalismo no Brasil: passado, presente e futuro**. 1ª edição, São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 1997.

FERREIRA, A. B. H. **Miniaurélio século XXI**. 4ª edição ver. e ampliada. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2001.

BEZERRA, I. A. COSTA, M. F. **Meio Ambiente: uma proposta para a educação**. 1ªedição, Vitória: Rios, 1991.

D'AMBROSIO, U. **Educação Matemática: uma visão do estado da arte**. In. Revista Pro-Posições. Ano 10, nº 1, março de 1993. p. 07 – 16.

CALDEIRA, A.D. MEYER, J. F. C. A. **Educação Matemática e Ambiental: Uma proposta de formação continuada – e de mudanças**. In. Revista Zetetiké. Ano 9, nº15/16, janeiro/dezembro de 2001. p. 155 – 170.

UZEDA, L. J. G. ***Educação Matemática e Novas Tecnologias: O Uso da Informática e a Internet no Ensino da Matemática***. Rio de Janeiro: UFRJ, 2000. (Monografia)

0602RE MATEMÁTICA ATRAVÉS DE CARTAS

Rita de Cássia Nascimento¹

Fabiano Teixeira Garcia²

Wenderson Marques Ferreira³

RESUMO

A utilização de textos na sala de aula permite aos professores melhor compreender as expectativas dos alunos frente aos conteúdos, quebrar muitas barreiras e preconceitos a respeito da matemática e a obtenção de respostas ao aprendizado, possibilitando aos professores entender muito do que se passa com cada aluno e dessa forma melhorar sua prática educativa.

As experiências relatadas consistem em os alunos estarem escrevendo uma carta para uma tia fictícia com o intuito de esclarecer as dúvidas da mesma de um modo didático e compreensível. Nessas cartas considera-se que a tia tem pouco conhecimento matemático e deverá entender as explicações enviadas a ela pelos alunos. Outras experiências relatam a utilização de redações por alunos do ensino médio, de forma a permitir ao professor compreender as expectativas e o interesse de alunos com dificuldade de aprendizagem matemática.

O objetivo deste relato de experiência é apresentar algumas situações em que as cartas foram utilizadas na sala de aula, permitindo o ensino da matemática em um ambiente onde os alunos puderam estar comunicando suas idéias e convicções, através de seu próprio diálogo. Situações estas que ultrapassaram os limites dos objetivos propostos.

¹ Licenciatura Matemática - UFOP

² Licenciatura Matemática – UFOP

³ Licenciatura Matemática – UFOP

RESUMO

Lewis Carroll, escritor e matemático inglês, dedicou vários anos de sua vida à criação de um compêndio de enigmas e charadas intitulado *Curiosa mathematica*. Dada a grandeza de seu projeto, a obra não foi terminada, sendo publicados apenas alguns volumes daquela que seria, talvez, a mais completa coleção de problemas matemáticos da Era Vitoriana.

Resgatamos, assim, o título *Curiosa mathematica* e alguns escritos de Lewis Carroll para iniciarmos o projeto de uma publicação que pudesse trazer à tona um novo olhar sobre o ensino da matemática nas escolas de ensino fundamental e médio. Os enigmas, as charadas, os jogos matemáticos, atualmente um pouco fora de moda, voltaram, seja sob a forma mesma de problemas, seja por meio de reflexões teóricas sobre o uso desses recursos para a transmissão do conhecimento matemático aos alunos.

No entanto, a presença de Lewis Carroll e o contexto de nosso curso (Português para alunos do primeiro período do curso de Matemática) nos impuseram a necessidade de contemplarmos a relação da matemática com a literatura e, por extensão, com outras áreas do saber. Assim, surgiram estudos sobre a matemática e a filosofia, a lingüística, a cartografia, a música etc., tudo isso servindo-nos para que pudéssemos repensar as práticas de ensino dessas disciplinas em sala de aula.

Apoio: Fundação Educacional Monsenhor Messias.

¹ Mestre em Literatura Brasileira pela Faculdade de Letras da UFMG
Doutorando em Literatura Comparada pela Faculdade de Letras da UFMG
Professor de Literatura Brasileira e Literatura Portuguesa na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Sete Lagoas
E-mail: fernanda@dedalus.lcc.ufmg.br

0604RE A INTERDISCIPLINARIDADE NO UNIVERSO DA MATEMÁTICA

Luciamar Carneiro Campos¹

Valdeir Borges (orientador).

RESUMO

A aprendizagem da Matemática não se dá isoladamente. Ela está direta ou indiretamente ligada a outras disciplinas, sendo fios condutores de histórias que se transformam em conhecimentos resultantes de um processo de interação com as outras disciplinas. Construimos uma aprendizagem integrada, teoria e ludicidade, texto e contexto, respeitando o ritmo de cada um dos alunos e a sua natureza biocultural. A realização desse projeto se deu da seguinte forma: **Português**: leitura, interpretação e produção de textos, valorizando os modos de falar e escrever; **Geografia**: aprender e calcular as medidas, escalas gráficas e numéricas; **História**: aspectos culturais, séculos e povos antigos; **Ciências**: meio ambiente, os planetas e unidade de medidas e **Música**: as frações estão ligadas às notas musicais. Cada professor elaborou situações para que as turmas fizessem uma batalha de adivinhações sobre os conteúdos. O desenvolvimento da aprendizagem ocorreu progressivamente de modo que os alunos participaram das aulas, demonstrando serem capazes de analisar, relacionar, compor e abstrair os conteúdos. Essas atividades modificaram as aulas de Matemática, ampliando o universo de conhecimentos, pois a Matemática perpassa a objetividade para envolver o aluno emocionalmente, para resolver situações cotidianas.

¹ EscolaMunicipal Artur de Melo Teixeira

RESUMO

Durante o período de observação em sala de aula de uma escola pública noturna em Matozinhos, notei o pouco envolvimento dos alunos pela Matemática. Apesar das tentativas dos professores de amenizar as dificuldades dos alunos, estes enxergam a Matemática como uma disciplina sem interesse, difícil e desgastante. Visando melhorar a relação desses alunos com a Matemática propus à escola montar uma feira de Matemática cujo tema seria “Matemática, Arte e Cultura” com trabalhos produzidos dentro dos conteúdos da matemática estudados pelos alunos. Os trabalhos desenvolvidos em sala possibilitariam ainda a descoberta de novos talentos artísticos a partir da interação entre as áreas e matemática.

Ao propor a feira foi visível a melhoria da relação que os alunos passaram a estabelecer com matemática, pois pude coletar relatos dos próprios alunos e professores durante a elaboração dos trabalhos. Foram apresentados na feira, resolução de problemas utilizando teatro, jogos interativos, dança cujos movimentos faziam alusão a posições de retas no espaço, paródias de músicas atuais com números e poemas.

Um ponto de destaque com esse trabalho foi a possibilidade de melhorar a auto-estima dos alunos, que por estudarem à noite e pertencerem à um grupo que tem pouco acesso a cultura e arte, se sentem inferiores e com menor capacidade de lidar com a Matemática.

¹Aluno do 8º período da Fac. Integradas Pedro Leopoldo

0606RE A MATEMÁTICA ATRAVÉS DA LITERATURA

Jane Marie Gomes de Almeida¹

Luciana Beatriz Gomes Pinto²

RESUMO

A idéia do projeto surgiu da constatação de que os alunos apresentavam grandes dificuldades de leitura e interpretação. O objetivo foi incentivar o aluno a adquirir prazer pela leitura, a conscientizar sobre a importância desta em qualquer disciplina e principalmente descobrir que a matemática vai além dos cálculos.

O projeto se desenvolveu no terceiro ciclo, nas salas de 12 anos. Foram levados para a sala de aula, vários livros de literatura que abordavam histórias matemáticas e cada aluno escolheu aquele que mais o agradou. A seguir, baseada na capa original do livro e utilizando sua habilidade artística cada educando confeccionou uma capa personalizada que serviram como decoração da sala de aula. Os livros ficaram com os alunos para serem lidos em casa. Após sete dias, na culminância do projeto, os alunos sentaram em círculo e um a um iam relatando sua história e faziam uma propaganda do mesmo, tentando convencer os colegas a lerem o livro. Ao término dos relatos, foi escolhida a melhor propaganda e esta foi premiada. Para comemorar, degustaram um saboroso bolo em formato de um livro.

Os resultados foram surpreendentes, observados através do entusiasmo dos alunos pelas descobertas feitas através das histórias matemáticas lidas e ainda por terem entendido situações-problemas até então rotuladas como difíceis de entender e resolver.

A partir daí percebeu-se um significativo aumento das visitas à biblioteca por aqueles alunos procurando livros com histórias interessantes a respeito das diversas disciplinas.

¹ E.M. Monteiro Lobato – Uberaba - MG

² E.M. Monteiro Lobato – Uberaba - MG

0607CC A “CONTEXTUALIZAÇÃO” NOS LIVROS DIDÁTICOS DE MATEMÁTICA

Gláucia Marcondes Vieira¹

Maria da Conceição Ferreira Reis Fonseca (orientadora)²

RESUMO

A Educação Matemática articula um conjunto de conhecimentos e o seu caráter interdisciplinar é inegável. Além disso, não se pode deixar de perceber, o destaque que a vida social, ou seja a vida fora da escola, vem assumindo, pelo menos no discurso que embasa a cultura escolar. A forte presença de uma preocupação com a repercussão social do aprendizado escolar pode ser comprovada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que propuseram modificações para os projetos pedagógicos do Ensino Fundamental e na Lei das Diretrizes e Bases da Educação (LDB), que permite essa flexibilização curricular em todos os níveis. Dentro disso, existe a preocupação com as possibilidades de significação do conhecimento matemático e o papel que se tem atribuído à contextualização sugerindo a relevância de se identificarem estratégias utilizadas pelos livros didáticos - considerados como instrumentos privilegiados na orientação do trabalho em sala de aula. Considerando a importância tanto do livro didático na Educação Matemática, quanto da contextualização no processo de ensino-aprendizagem, este trabalho propõe a identificação dessas estratégias de contextualização utilizadas nos livros didáticos, analisando as concepções de Matemática e de Ensino de Matemática que permeiam essas estratégias e a sua mobilização em situações específicas dentro dos textos didáticos.

Palavras chave: Contextualização, Educação Matemática, Livro Didático

¹ Mestranda do Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Minas Gerais

² Doutora em Educação, Mestre em Educação Matemática, Professora da Faculdade de Educação da UFMG

1. Educação Matemática, livros didáticos e contextualização

A Educação Matemática articula um conjunto de conhecimentos e o seu caráter interdisciplinar é inegável.

Nas últimas décadas, esse campo científico foi-se constituindo a partir de diferentes concepções de Educação e de Matemática. Ainda hoje, convivem na Educação Matemática, e no campo da Educação de um modo geral, visões diferenciadas, com ênfases diversas.

No entanto, não se pode deixar de perceber o destaque que a vida social, *para além dos muros da escola*, vem assumindo, pelo menos no discurso que embasa a cultura escolar:

A Matemática é componente importante na construção da cidadania, na medida em que a sociedade se utiliza, cada vez mais, de conhecimentos científicos e recursos tecnológicos, dos quais os cidadãos devem se apropriar. (Brasil,1998,p.15)

Autores representativos da Educação Matemática têm assumido uma compreensão da Matemática como uma *“estratégia desenvolvida pela espécie humana ao longo de sua história para explicar, para entender, para manejar e conviver com a realidade sensível, perceptível, e com o seu imaginário, naturalmente dentro de um contexto natural e cultural”*(D’Ambrósio,1996). Em relação à Educação, este mesmo autor, proporá que a educação se defina como uma *“estratégia de estímulo ao desenvolvimento individual e coletivo gerada por grupos sociais/culturais, com a finalidade de se manterem como tal e de avançarem na satisfação de necessidades de sobrevivência e transcendência”* (ibid.,ibidem).

Um dos principais projetos da investigação em Educação Matemática, para Fiorentini (1995), é o estudo das relações/interações que envolvem a tríade aluno-professor-saber matemático, tendo como eixo fundamental a transformação qualitativa do ensino/aprendizagem da Matemática. Há, entretanto, diferentes modos de conceber e ver a questão da qualidade do ensino da Matemática. Alguns podem relacioná-la ao nível de rigor e formalização dos conteúdos matemáticos trabalhados na escola; outros, ao emprego de técnicas de ensino e ao controle do processo ensino/aprendizagem com o propósito de reduzir as reprovações. Há ainda aqueles que a relacionam ao uso de uma Matemática ligada ao cotidiano e à realidade do

aluno ou aqueles que colocam a Educação Matemática a serviço da formação da cidadania.

Também as orientações “oficiais” para a Educação Matemática no Brasil sofrerão influências de diversas tendências, mas é inegável a forte presença de uma preocupação com a repercussão social do aprendizado escolar. Em 1998, o Ministério da Educação divulgou os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que propuseram modificações para os projetos pedagógicos do Ensino Fundamental influenciando a construção das propostas curriculares de sistemas e escolas. Entre as “novidades”, está a sugestão de que se contemple de forma privilegiada Ética, Pluralidade Cultural, Saúde, Meio Ambiente, Orientação Sexual e temáticas locais, como temas transversais na escola brasileira. De acordo com essa visão, o conhecimento que vai sendo transmitido através das disciplinas convencionais como Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, História e Geografia – embora sem perder de vista sua fundamental importância – não é suficiente para alcançar o fim de educar para a cidadania. Entretanto, apesar de tais questões serem relevantes para a vida social e já estarem presentes no dia-a-dia de nossos alunos dentro e fora da escola, sua abordagem, no âmbito das disciplinas escolares, continua tangencial, dependendo de iniciativas particulares e paralelas.

Educar para lidar com as demandas e diversidade de perspectivas da sociedade atual vai além da transmissão de conhecimentos, por mais relevantes e atualizados que sejam as temáticas: a escola deve prover o sujeito de modos de acesso a alternativas, para que ele mesmo possa selecionar e organizar informações em redes pessoais de conhecimento.

Esse novo olhar sobre o papel do conhecimento escolar provoca uma reorientação dos objetivos e a organização das disciplinas lecionadas na escola para a composição dos currículos. Segundo Kleiman (1999), um dos princípios norteadores para o currículo no Ensino Fundamental, recomendados pelas organizações participantes no processo de reforma educacional, é que os principais conceitos e métodos das várias disciplinas deveriam ser ensinados como parte de unidades integradas apropriadas aos interesses dos alunos e a seu desenvolvimento cognitivo e social.

Kleiman adverte, porém, que tal currículo deva ser flexível e, com efeito, os documentos oficiais de orientação curricular permitem, ou mesmo incentivam, a flexibilização.

No entanto, apesar da flexibilização curricular em todos os níveis ser permitida pela LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação-, mantêm-se ainda procedimentos “bem comportados” de abordagem dos conteúdos na maioria dos livros didáticos ao apresentarem o conhecimento de maneira linear, seqüencial e dividido em unidades estanques e, por vezes, arbitrárias. Mais tarde, porém, quando da avaliação dos alunos, criticam-se, via de regra, os estudantes, por não saberem estabelecer relações entre o que aprenderam na escola e a realidade.

De modo particular no Ensino de Matemática, os livros didáticos têm-se constituído em um elemento fortemente determinante do saber escolar, no que se refere à seleção dos conteúdos, a sua reelaboração e organização, tendo em vista adequá-los ao Ensino Básico (Brasil, 2000). Além de servir diretamente ao aluno, o livro didático pode também ser considerado um banco de sugestões de atividades ou um referencial de idéias e conceitos matemáticos para o professor.

Mesmo sendo um recurso didático antigo e intensamente utilizado, o livro didático vem tendo sua função sempre discutida e sua escolha de uma forma mais ampla reflete a (e se reflete na) proposta pedagógica que se quer adotar.

A preocupação com os critérios de escolha do livro didático tem crescido nos últimos anos, principalmente devido ao movimento deflagrado pela implantação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Essa iniciativa do Ministério da Educação visa subsidiar a aquisição e a distribuição, universal e gratuita, de livros didáticos para os alunos das escolas públicas do Ensino Fundamental. A fim de assegurar a qualidade dos livros a serem adquiridos pelas escolas e pelos estudantes, *“o PNLD desenvolve um processo de avaliação pedagógica dos livros didáticos nele inscritos”* (Brasil, 2001, p.7).

A avaliação pedagógica desenvolvida pelo PNLD, naturalmente, manterá estreita relação com as orientações dos PCN. Dessa maneira, não será surpresa verificar que os livros melhor avaliados estão em conformidade com o pensamento que regeu a proposta pedagógica veiculada por aqueles Parâmetros. Essa proposta, como já foi comentado, dá especial destaque ao papel social da Matemática e as influências do mundo social sobre seu ensino.

Dessa forma, na avaliação dos livros didáticos de Matemática feita pelo PNLD, um dos critérios é a contextualização. Os avaliadores devem responder a seguinte pergunta: *“No LD (livro didático) o enfoque é adequado quanto à*

contextualização histórica, cultural e social da Matemática, estimulando o aluno a utilizá-la no cotidiano?”(PNLD/2001)

2. O Programa Nacional do Livro Didático

De acordo com o documento “Recomendações para uma política pública de Livros Didáticos” (Batista, 2001), o envolvimento do MEC, antigamente, com o livro didático limitava-se às ações da Fundação de Assistência ao Estudante (FAE), extinta em 1997.

O Ministério, porém, não se propunha direta e sistematicamente a discutir a qualidade e a correção dos livros que adquiria. Enquanto isso, o livro didático era (e continua sendo) um dos principais fatores que influenciam o trabalho pedagógico, determinando sua finalidade, definindo o currículo, cristalizando abordagens metodológicas e quadros conceituais, organizando, enfim, o cotidiano da sala de aula.

Somente no início dos anos 90, por meio do Plano Decenal de Educação para Todos (1993), o MEC assume como diretrizes capacitar o professor para avaliar e selecionar o manual a ser utilizado e melhorar a qualidade desse livro. Também em 1993, o Ministério forma uma comissão de especialistas encarregada de avaliar a qualidade dos livros mais solicitados ao MEC e estabelecer critérios gerais para a avaliação das novas aquisições. Os resultados desse trabalho, publicados em 1994, evidenciam as principais inadequações editoriais, conceituais, metodológicas dos livros didáticos e estabelecem os requisitos mínimos que deve preencher um manual escolar de boa qualidade.

Já em 1985, o Decreto-Lei nº 91.542 estabeleceu e fixou parte das características atuais do PNLD: adoção de livros reutilizáveis (exceto para a 1ª série), escolha do livro pelo conjunto de professores, sua distribuição gratuita às escolas e sua aquisição com recursos do Governo Federal.

A partir de 1995, o MEC passou a desenvolver e executar um conjunto de medidas para avaliar *sistemática e continuamente* o livro didático brasileiro e para debater, com os diferentes setores envolvidos em sua produção e consumo, um horizonte de expectativas em relação a suas características, funções e qualidade.

Com efeito, em 1995, ocorre a universalização do atendimento pelo PNLD e sua extensão ao conjunto das disciplinas obrigatórias do currículo da escola fundamental. Também em 1995, o MEC institui a análise e avaliação pedagógica

dos livros a serem escolhidos pelas escolas e distribuídos pelo PNLD. Para isso, o Ministério formou comissões por área de conhecimento, compostas por professores com experiência nos três níveis de ensino. Estas formularam critérios de avaliação, discutiram com os editores e autores e desenvolveram o processo de avaliação propriamente dito. As comissões analisaram livros:

- não-consumíveis (exceto os dirigidos à 1ª série);
- com qualidades editoriais e gráficas;
- que não se destinassem, ao mesmo tempo, a mais de uma disciplina ou série do ensino fundamental;
- que não exigissem a compra de outros volumes ou satélites, como cartazes, caderno de atividades ou de jogos, etc.

Os critérios eliminatórios comuns (para todas as áreas de conhecimento) de análise foram que os livros:

- não poderiam expressar preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade ou quaisquer outras formas de discriminação;
- não poderiam induzir ao erro ou conter erros graves relativos ao conteúdo da área, como, por exemplo, erros conceituais.

Um outro critério comum utilizado, mas não eliminatório, é a pertinência do manual do professor para uma correta utilização do livro didático e para a atualização do docente.

A análise gerou uma classificação dos livros em quatro categorias:

- excluídos: livros com erros conceituais, indução a erros, desatualização, preconceitos ou discriminação de qualquer tipo;
- não-recomendados: manuais nos quais a dimensão conceitual se apresentasse com insuficiência, podendo comprometer sua eficácia didático-pedagógica.
- recomendados com ressalvas: livros com qualidades mínimas que justificassem sua recomendação embora apresentassem, também, problemas que poderiam comprometer sua eficácia;
- recomendados: livros que cumprem corretamente sua função, atendendo, satisfatoriamente os princípios comuns e específicos e também aos critérios mais relevantes da área.

Em 1996 divulgaram-se os resultados do processo de avaliação dos livros inscritos no PNLD/97 para os editores, autores, distribuidores, professores da escola

fundamental, pais, alunos, comunidade universitária. Foi nesse mesmo ano que, pela primeira vez, ocorreu a publicação de um Guia de Livros Didáticos, no qual todos os livros que reuniram qualidades suficientes para serem recomendados (com ou sem ressalvas) foram apresentados aos professores.

Em 1997, o MEC deu prosseguimento à avaliação da produção didática apresentada pelas editoras, no PNLD/98, também voltado para a análise de livros de Português, Matemática, Ciências e Estudos Sociais de 1ª a 4ª séries, acrescentando, na análise, os livros para a alfabetização: cartilhas, pré-livros, livros de leitura intermediária.

Outra modificação ocorrida no ano de 1997 foi a introdução de uma quinta categoria para classificação dos livros, a dos recomendados com distinção, isto é, daqueles manuais que se destacam por apresentar propostas pedagógicas elogiáveis, criativas e instigantes, de acordo com o ideal representado pelos princípios e critérios adotados nas avaliações pedagógicas.

No PNLD/98, foi publicado um volume único contendo resenhas dos livros recomendados com distinção e, ainda, adotou-se a seguinte convenção gráfica para facilitar uma rápida visualização da categoria em que cada livro foi inserido:

- *** Recomendados com distinção
- ** Recomendados
- * Recomendados com ressalvas

Os livros não-recomendados foram, apenas, relacionados ao final do Guia.

No PNLD/99, avaliaram-se os livros destinados às séries finais do ensino fundamental (5ª a 8ª séries). O PNLD/2001, mais uma vez, analisou livros para as séries iniciais desse nível de ensino (1ª a 4ª séries).

A partir do PNLD/99, eliminou-se a categoria dos não-recomendados (que foram considerados simplesmente excluídos) e, de modo articulado, acrescentaram-se, aos critérios de exclusão, a incorreção e incoerência metodológicas.

Espera-se para 2003 a publicação do Guia de Livros Didáticos de 1ª a 4ª séries do PNLD/2004.

3. Contextualização

O termo contextualização nos remete a uma *referência em um texto*, longe do qual se perderia parte substancial do significado. Contextualizar, portanto, é uma estratégia de constituição de significados.

Por muitos anos, o conhecimento escolar, e particularmente a Matemática, foi destituída de sua referência num contexto mais amplo que extrapolasse os limites da sua representação formal. Hoje porém, assistimos a um grande esforço no sentido de estimular a contextualização dos conteúdos curriculares, aqui entendido como a busca de uma referência que articula os conteúdos específicos com situações mais amplas na própria Matemática ou fora dela.

O currículo é uma pequena representação da herança cultural e científica de uma sociedade; ele é concebido e realizado dentro de um contexto. Tal contexto, necessariamente, compõe a rede de significados na qual o conhecimento é tecido, mas sua maior ou menor explicitação favorece ou limita as possibilidades de significação.

De outro lado, quase todos os fatos, problemas ou fenômenos com os quais os alunos entram em contato podem ser relacionados ao conhecimento próprio de uma ou mais disciplinas do currículo. Ou seja, todos os contextos, direta ou indiretamente ligados ao saber de mundo do aluno, têm uma dimensão de conhecimento ou informação. Assim é possível presumir-se que quanto mais articulados estiverem o conhecimento escolar e os contextos presentes na vida pessoal do aluno e no mundo no qual ele transita, melhores serão as condições e as possibilidades de significação do mesmo.

De acordo com Mello (2003), didaticamente, poderíamos classificar os contextos em três grandes categorias:

- *A vida pessoal e cotidiana dos alunos em sua riqueza e complexidade, que inclui de problemas econômicos a questões de convivência pessoal; de sexualidade a relações com o meio ambiente; do mundo do trabalho ao mundo da família; da gestão da vida financeira à gestão do corpo e da saúde;*
- *A sociedade ou mundo em que o aluno vive, também rico e complexo, incluindo toda sorte de temas, questões e problemas numa perspectiva globalizada e unificada pelas tecnologias da comunicação e transmissão de informação: política, economia, desenvolvimento científico, entre muitos outros;*
- *O próprio ato de descoberta ou produção do conhecimento que pode ser reproduzido ou simulado. (Mello, 2003)*

Para a autora cada uma dessas categorias visa objetivos próprios:

- *Contextualizar o conhecimento nas questões presentes na vida pessoal do aluno, vivenciar intelectual e afetivamente a relevância do conhecimento para compreender e resolver seus próprios problemas, tomar decisões que afetam a qualidade de sua vida, construir uma visão de mundo e um projeto com identidade própria;*
- *Buscar o significado do conhecimento a partir de contextos do mundo ou da sociedade em geral é levar o aluno a compreender a relevância e aplicar o conhecimento para entender os fatos, tendências, fenômenos, processos, que o cercam;*
- *Contextualizar o conhecimento no próprio processo de sua produção é criar condições para que ele experimente a curiosidade e o encantamento da descoberta e a satisfação de construir o conhecimento com autonomia.* (Mello,2003)

Ainda que reconhecendo que esta abordagem da contextualização tem limites e que precisaremos investir num aprofundamento do seu estudo, ela nos auxilia a organizar as possibilidades de interpretação das estratégias de contextualização adotadas nas iniciativas escolares.

4. A contextualização na Educação Matemática

Em seu artigo sobre “As Possibilidades de Inovação no Ensino-Aprendizagem da Matemática Elementar”, David (1995) destaca entre as características comuns às tendências atuais da Educação Matemática a preocupação em buscar “*um sentido para o ensinar Matemática em algo que não é o conteúdo matemático em si mesmo, mas vai além dele*”(p.58).

Fonseca (1999) reforça essa idéia quando cita em seu artigo “Os limites do sentido no ensino da Matemática”, que a Matemática escolar atual evidencia a busca da re-inclusão do sujeito, do objeto e da história em seu ensino, indo contra uma abordagem tradicional, que pretendia tratá-la sem considerar esses três aspectos fundamentais da Matemática no processo de ensino-aprendizagem. Afinal, não há

como tratar a matemática sem considerar os processos de significação, uma vez que se trata de um fenômeno humano, portanto histórico, e não uma realidade preexistente, absolutamente independente dos objetos empíricos. Além disso, o sujeito também intervém na Matemática quando, por exemplo *“resolve um problema, tece uma demonstração ou compõe uma teoria, estabelecendo definições e axiomas. Essa intervenção é o aspecto subjetivo da matemática.”* (p.150)

Entretanto, o resgate da questão da significação como elemento fundamental da Matemática é, em geral, prioritariamente identificado como um *“movimento de reestabelecimento da relação entre a expressão matemática e o objeto (ou fenômeno) do mundo que seria por ela expresso”* (Fonseca, 1999, p.152). Para muitos autores, para diversos educadores e para grande parte da sociedade, a relevância da Matemática está estreitamente relacionada à sua capacidade de expressar (e apresentar previsões ou solução para) situações reais ou realizáveis.

Em seu texto, David (1995) evidencia este resgate da significação via relação com o mundo, quando analisa as tendências atuais do ensino da Matemática. A autora reconhece esse resgate na *Resolução de Problemas*, quando se atribui um maior destaque a problemas do cotidiano, e mais claramente ainda, na *Modelagem*, quando se buscam alternativas para tornar a aprendizagem matemática mais significativa partindo da realidade do próprio aluno: *“Assim, num esforço de se resgatar o significado da Matemática que se vai ensinar, busca-se estabelecer a relação entre conceitos e procedimentos matemáticos e o mundo das coisas e dos fenômenos”* (p.58).

5. Estratégias de contextualização

Dessa maneira, a contextualização vem-se mostrando como um importante elemento na constituição de significados da Matemática, que é ensinada e aprendida na escola, numa perspectiva de sua inserção na vida social do aluno, o que parece ser uma opção político-pedagógica abraçada pela Educação Matemática no Brasil.

Essa inserção social, porém, tem sua perspectiva ampliada para além da mera utilidade prática do conhecimento Matemático quando, por exemplo, os Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática declaram que um dos princípios norteadores do ensino da Matemática é apresentar aos alunos como o conhecimento matemático foi historicamente construído e que ainda está em

permanente evolução. A referência ao contexto histórico da produção do conhecimento matemático como uma prática filosófica, científica e social contribui para a compreensão do lugar que ela tem no mundo.

A História da Matemática é, nesse sentido, um instrumento de resgate da própria identidade cultural. Em muitas situações, o recurso à História da Matemática pode esclarecer idéias matemáticas que estão sendo construídas pelo aluno, especialmente para dar respostas a alguns “porquês” e, desse modo, contribuir para a constituição de um olhar mais crítico sobre os objetos de conhecimento.

Entretanto os PCN ainda advertem que a Matemática deve desempenhar,

“equilibrada e indissociavelmente, seu papel na formação de capacidades intelectuais, na estruturação do pensamento, na agilização do raciocínio dedutivo do aluno, na sua aplicação a problemas, situações da vida cotidiana e atividades do mundo do trabalho e no apoio à construção de conhecimentos em outras áreas curriculares”. (Brasil, 1998, p.21)

Assim, identificam-se estratégias de contextualização também no estabelecimento de conexões entre a atividade Matemática e as demais atividades de outras disciplinas e conexões que se percebem entre os diferentes temas matemáticos. Afinal, ao relacionar idéias matemáticas entre si ou com idéias de outras disciplinas, os alunos reconhecem princípios gerais, como proporcionalidade, igualdade, composição, inclusão, classificação, ordenação, hierarquização, etc; e percebem que processos como o estabelecimento de analogias, indução e dedução estão presentes tanto no trabalho com números e operações como em espaço, forma, medidas e também em outros campos do conhecimento não matemáticos.

5. Objetivo deste trabalho

A preocupação com as possibilidades de significação do conhecimento matemático e o papel que se tem atribuído à contextualização nesse processo sugere a relevância de se identificarem estratégias utilizadas pelos livros didáticos – considerados como instrumentos privilegiados na orientação do trabalho em sala de aula – para realizar essa tal “contextualização” do conhecimento matemático nos processos de ensino-aprendizagem escolar.

Esta pesquisa pretende, portanto, identificar essas estratégias, analisando as concepções de Matemática e de Ensino de Matemática que permeiam essas estratégias e a sua mobilização em situações específicas dentro dos textos didáticos.

6. Metodologia

A metodologia deste trabalho está calcada, basicamente, em uma análise documental.

Serão analisadas algumas coleções de livros didáticos de Matemática do primeiro segmento do Ensino Fundamental (1^a a 4^a série). Valendo-nos de técnicas baseadas na análise de conteúdo, identificaremos situações de contextualização propostas pelos livros didáticos analisados. Procuraremos, então, categorizar estratégias de contextualização.

Estabelecidas as categorias, procederemos a uma análise de frequência que procurará relacionar as estratégias à série escolar, aos conteúdos trabalhados, às perspectivas de Educação e de Matemática declarados nos manuais dirigidos aos professores.

A partir dessa análise de frequência e confrontando as relações identificadas com as reflexões da literatura do campo da Educação Matemática e da Educação em geral, procuraremos desenvolver uma análise das possibilidades e limites das estratégias de contextualização como esforços de constituição de significados à Matemática ensinada nos ciclos iniciais da Escola Fundamental.

6.1. Seleção da amostra

Para a definição da amostra dessa pesquisa pré-selecionamos três coleções de livros didáticos de Matemática para o 1^o segmento do Ensino Fundamental entre aqueles classificados com 3 estrelas (***) no PNLD/2001. A opção por coleções com essa classificação se deve ao fato desses livros, conforme a avaliação dos especialistas, estarem totalmente de acordo com o ideal representado pelos princípios e critérios. Como já foi dito, um desses critérios é o cuidado com a *contextualização* do conteúdo matemático.

Além disso, faremos uma pesquisa na avaliação do PNLD/2004, a ser divulgado brevemente pelo MEC, para identificar livros didáticos de Matemática que

tiveram uma resposta positiva em relação ao critério *contextualização*, sem nos preocuparmos com as categorias de uma, duas ou três estrelas.

Nossa intenção é, pois, analisar não apenas livros classificados como três estrelas, e sim, livros classificados de uma, duas e três estrelas, mas que no critério “contextualização” obtiveram sucesso. Isso porque interessa-nos identificar um maior leque possível de situações de contextualização.

Dessa forma, analisaremos livros que foram considerados pelos avaliadores do PNLD, “*com enfoque adequado quanto à contextualização histórica, cultural e social da Matemática, estimulando o aluno a utilizá-la no cotidiano*”.

Estamos dimensionando essa amostra em cinco coleções.

6.2. Livros didáticos pré-selecionados

DANTE, Luiz Roberto. *Vivência e Construção – Matemática 1*. São Paulo: Ed. Ática, 2001.

DANTE, Luiz Roberto. *Vivência e Construção – Matemática 2*. São Paulo: Ed. Ática, 2001.

DANTE, Luiz Roberto. *Vivência e Construção – Matemática 3*. São Paulo: Ed. Ática, 2001.

DANTE, Luiz Roberto. *Vivência e Construção – Matemática 4*. São Paulo: Ed. Ática, 2001.

IMENES, JAKUBO, LELLIS. *Novo Tempo 1*. São Paulo: Scipione, 1999.

IMENES, JAKUBO, LELLIS. *Novo Tempo 2*. São Paulo: Scipione, 1999.

IMENES, JAKUBO, LELLIS. *Novo Tempo 3*. São Paulo: Scipione, 1999.

IMENES, JAKUBO, LELLIS. *Novo Tempo 4*. São Paulo: Scipione, 1999.

SARQUIS, Eduardo. *Matemática com o Sarquis 1*. Belo Horizonte: Formato Editorial, 1996.

SARQUIS, Eduardo. *Matemática com o Sarquis 2*. Belo Horizonte: Formato Editorial, 1996.

SARQUIS, Eduardo. *Matemática com o Sarquis 3*. Belo Horizonte: Formato Editorial, 1996.

SARQUIS, Eduardo. *Matemática com o Sarquis 4*. Belo Horizonte: Formato

Editorial,1996.

6.3. Cronograma

Anexo 01.

7. Referências Bibliográficas

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Telles da Silva, 1979.

CARAÇA, Bento de Jesus. *Conceitos Fundamentais de Matemática*. Gradativa.Lisboa, 2002.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. *Educação Matemática: da teoria à prática*. Campinas: Papirus, 1996.

FIORENTINI, Dario. Alguns Modos de Ver e Conceber o Ensino da Matemática no Brasil. *Revista Zetetiké*, Ano 3, nº 4 , p. 1-37, 1995.

FONSECA, Maria da Conceição Ferreira. Os Limites do Sentido no Ensino da Matemática. *Educação e Pesquisa* – revista da Faculdade de Educação da USP, p.147-162, jan/jun 1999.

KLEIMAN, Ângela B., **MORAES**, Sílvia E. *Leitura e Interdisciplinaridade – tecendo Redes nos Projetos da Escola*. Campinas: Mercado de Letras,1999.

MELLO, Guiomar Namó. Disponível em <http://www.redeensinar.com.br/guiomar/> acessado em 15 de março de 2003.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO Disponível em <http://www.mec.gov.br/sef/fundamental/matematica.shtm> acessado em 6 de outubro de 2001 (Ministério da Educação, 2001)

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática*. Secretaria de Educação Fundamental. Rio de Janeiro, 2000.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *Recomendações para uma Política Pública de Livros Didáticos*. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 2001.

8. Bibliografia de potencial interesse para esse projeto

ARAÚJO, Denise Alves. *O Ensino Médio na Educação de jovens e Adultos: o material*

didático de matemática e o atendimento às necessidades básicas de aprendizagem.

Belo Horizonte: Faculdade de Educação da UFMG, 2001, 147p. (Dissertação de mestrado).

AUAREK, Wagner A. *A superioridade da Matemática Escolar: um estudo das representações deste saber no cotidiano da escola*. Belo Horizonte: Faculdade de Educação, UFMG, 2000, 130p. (Dissertação de mestrado).

ÁVILA, Alicia. Um currículo de Matemática para a Educação Básica de adultos: dúvidas, reflexões e contribuições. In: JORNADA DE REFLEXÃO E CAPACITAÇÃO SOBRE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA DE JOVENS E ADULTOS, 1995, Rio de Janeiro. Anais... Brasília: MEC-Secretaria de Educação Fundamental, 1996.

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Telles da Silva, 1979.

BICUDO, Maria Aparecida V. *Educação Matemática*. São Paulo: Moraes, s.d.

BORBA, Marcelo C. Teaching mathematics: ethnomathematics, the voice of sociocultural groups. *The Clearing House*, v.65, n.3, p.134-135, 1992.

CARAÇA, Bento de Jesus. Conceitos fundamentais da Matemática. In: *A Educação*. Lisboa: Sá da Costa, 1984.

CARDOSO, Cleusa de Abreu. As contribuições da Matemática na formação de leitores jovens e adultos. In: ENCONTRO MI-NEIRO DE EDUCAÇÃO

MATEMATICA, 2, 2000, Belo Horizonte. *Anais Belo Horizonte: Escola Fundamental do Centro Pedagógico da UFMG*, 2000, p.129-130.

CARRAHER, David & outros. *Na vida dez, na escola zero*. São Paulo: Cortez, 1988.

CARVALHO, Dionne Luchesi de. *A interação entre o conhecimento matemático da prática e o escolar*: Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1995. (Tese, Doutorado em Educação).

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. *Da realidade à ação: reflexões sobre Educação e Matemática*. São Paulo: Summus; Campinas: Ed. da Universidade Estadual de Campinas, 1986.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. *Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

DAVID, Maria Manuela Martins S. As Possibilidades de Inovação no Ensino-Aprendizagem da matemática Elementar. *Presença Pedagógica*, Belo Horizonte, v.3, 1995.

_____ & LOPES, Maria da Penha. Falar sobre Matemática é tão importante quanto fazer Matemática. *Presença Pedagógica*, Belo Horizonte, n.32, v.6, mar / abr, 2000, p.16-24.

DAVIS, Philip & **HERSH**, Reuben. *A experiência matemática*. Tradução de João Bosco Pitombeira. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1985.

FONSECA, Maria C. F. R. *Notas pessoais de acompanhamento dos estagiários da disciplina Prática de Ensino de Matemática*. Belo Horizonte: Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino da faculdade de Educação da UFMG, 1995 c. (Não publicadas)

_____. Concepções de Matemática: para maiores informações vide bula. *Presença Pedagógica*, Belo Horizonte, v.6, n.36, nov./ dez. 2000, p. 30-39.

DUARTE, Newton. *O ensino de matemática na educação de adultos*. São Paulo: Cortez: Autores Associados, 1986. FREGE, G.

GAZZETTA, Marineuza. *A modelagem como estratégia de aprendizagem da matemática em cursos de aperfeiçoamento de professores*. Rio Claro, SP; 1989. Dissertação (Mestrado) -IGCE-UNESP.

HSIANG, Myrtle; HSIANG, Wu Vi. Currículo de matemática para o século XXI na República da China. *Revista do Professor de Matemática*, Rio de Janeiro, n. 25, 1994.

KNIJNIK, Gelsa. *Exclusão e Resistência: Educação Matemática e Legitimidade Cultural*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

KORNER, Stephan. *Introducción a la filosofía de la matemática*. Mexico: Sieclo Veintiuno Editores, 1974.

MACHADO, Nílson José. *Matemática e realidade*. São Paulo: Cortez: Autores Associados, 1987.

MONTEIRO, Alexandrina. *O ensino de matemática para adultos através do método da modelagem matemática*. Rio Claro: IGCE-UNESF 1991. (Dissertação de mestrado).

MST -MOVIMENTO DOS TRABALHADORES RURAIS SEM TERRA. *Alfabetização de jovens e adultos: Educação Matemática*. São Paulo: MST, 1994, 45p. Caderno de Educação n. 5. ;

PAIS, Luiz Carlos. *Didática Matemática – Uma análise da influência francesa*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

WANDERER, Femanda. *Educação de Jovens e adultos e produtos da Mídia: possibilidades de um processo pedagógico etnomatemático*. In: REUNIÃO

ANUAL DAANPED, 24, 2001, Caxambu (MG). CD-ROM da 24ª Reunião Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação, p.1-15. Rio de Janeiro, ANPED, 2001. (Publicação eletrônica).

ZAIDAN, Samira. A Educação Matemática em movimento. *Presença Pedagógica*, Belo

Horizonte, v.3, n.16, p.65-73, 1997.

0609RE PROJETO DE INTERVENÇÃO: JORNAL MATEMÁTICO

Adriana Margareth de Barros Scarmato¹

RESUMO

Criar um jornal impresso da matemática, uma experiência em andamento, foi minha proposta de intervenção no estágio supervisionado do curso de licenciatura em matemática da Faculdade de Pedro Leopoldo.

A idéia de trabalhar com um jornal voltado para a matemática na escola surgiu porque considero que o jornal é um dos principais meios de comunicação e com grande potencial para atingir o publico alvo, alunos do primeiro ano do ensino médio.

Para iniciar o trabalho realizei uma pesquisa na Escola Estadual “Machado de Assis” - Vespasiano, onde estou estagiando. Esta pesquisa mostrou que a maioria dos alunos do ensino médio gostaria de ler um jornal dedicado a Matemática, contendo história da Matemática tira dúvidas, jogos, diversões, entrevistas com professores da área, dicas, fábulas matemáticas, resumo de conteúdos, questões de vestibular dentre outros.

Com a construção desse jornal o objetivo é socializar o “fazer matemática” falando matemática de modo a contribuir para o desenvolvimento do pensamento matemático dos alunos.

¹ Faculdade de Pedro Leopoldo

RESUMO

O Projeto Jardim foi desenvolvido na Escola Fundamental do Centro Pedagógico da UFMG, em Belo Horizonte, no período aproximado de dois meses, em aulas duplas geminadas. O público alvo foram os alunos do quinto ano do Ensino Fundamental.

Um dos objetivos do projeto era construir a maquete de um jardim, a partir de sua planta baixa.

Conforme se desenvolvia o trabalho, e a partir das necessidades de se resolver algumas situações-problemas, vários conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais foram contemplados, como por exemplo, o uso de escala, o conceito de medir, o cálculo de perímetros e áreas, o espírito de cooperação, a criatividade e o respeito mútuo.

A utilização desse projeto se justifica porque a escola atual deseja que o conhecimento transmitido/(re)construído se manifeste num saber útil, transportável para as mais diversas situações de vida. As estratégias de ensino devem explorar o raciocínio do aluno, estimular o questionamento, valorizar as interações entre os alunos, e entre eles e o professor. Devem também mostrar que os conteúdos escolares e a Matemática são instrumentos para a compreensão e intervenção na realidade e, portanto, devem ser estudados dentro de um contexto que lhes dá sentido.

Foi isso que o Projeto Jardim tentou fazer.

¹ Escola de Ensino Fundamental do Centro Pedagógico UFMG

0611RE MODELAGEM MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: VIVENCIANDO TEORIA E PRÁTICA

Cláudia Regina da Silva Lima¹

RESUMO

Este relato tem por finalidade descrever minhas experiências com teoria e prática de modelagem matemática na Educação Matemática.

Meu primeiro contato com modelagem matemática aconteceu em uma disciplina optativa do curso de Licenciatura em Matemática (Tópicos em Educação Matemática). Nesta disciplina, li e discuti textos que mostram as perspectivas de modelagem de alguns autores e desenvolvi, em grupo, um projeto de modelagem matemática cujo tema era Obesidade. Nesse projeto, o grupo discutiu se métodos diferentes, utilizados para definir se uma pessoa é obesa, podem levar a conclusões diferentes quando aplicados em um mesmo indivíduo.

Após o término dessa disciplina, os alunos que a cursaram foram convidados a orientar o desenvolvimento de projetos de modelagem que seriam realizados por grupos de alunos dos cursos de Geografia e Farmácia na disciplina Matemática I da UFMG. Aceitei o convite e orientei dois grupos.

Essas experiências tiveram importante significado para minha formação profissional, pois se constituíram em momentos em que tive contato com uma tendência atual da Educação Matemática, relacionando teoria e prática.

¹ Licenciada em Matemática – UFMG

0612RE PROJETO OFICINA DA PALAVRA: CONSTRUÇÃO DO DICIONÁRIO DE MATEMÁTICA

Leni Nobre de Oliveira¹

RESUMO

O Projeto Oficina da palavra, em andamento na Escola de Aplicação da FEMM², prioriza este ano o ensino de matemática para 5ª e 7ª séries. São propostas para os alunos atividade de levantamento do vocabulário constante do livro de matemática, dos conteúdos que a professora já tenha trabalhado. Por meio do levantamento desse vocabulário é feita a explicação do verbete em forma de dicionário e, com a ajuda das professoras de matemática da Escola de Aplicação, as palavras são reapresentadas e discutidas em aula com os alunos. O "dicionário" está em fase de elaboração e nele consta vocabulário dos alunos das mesmas séries já selecionados do trabalho realizado no segundo semestre de 2002. Contamos, para esse trabalho com a ajuda das professoras da Escola de Aplicação, uma bolsista do Curso de Matemática da FAFI³ e cinco bolsistas do curso de Letras. O projeto pretende não só viabilizar um melhor contato com o vocabulário de matemática mas também de outras disciplinas, com as quais já foi feito um trabalho no segundo semestre de 2003. Este ano, está sendo priorizado o trabalho com a matemática por orientação da diretora da Escola de Aplicação que viu na experiência passada uma boa ajuda para os alunos. Nossa apresentação constará de um relato dos monitores e da professora da experiência vivida.

¹ Especialista em Literatura Brasileira - PUC/MG, Mestre em Teoria da Literatura - UFMG
Doutoranda em Literatura Comparada – UFMG, Professora do Departamento de Letras da FaFi/Sete Lagoas
Endereço eletrônico: arievila@terra.com.br

² Fundação Educacional Monsenhor Messias – Sete Lagoas, MG.

³ Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Sete Lagoas.

COMUNICAÇÕES CIENTÍFICAS E RELATOS DE EXPERIÊNCIA

TEMA 07 NOVAS TECNOLOGIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

0701 CRIANDO FRACTAIS PARA O TRABALHO EM SALA DE AULA

Oswaldo Severino Junior¹
Ruy Madsen Barbosa²

RESUMO

Neste trabalho, parte de pesquisa mais ampla norteada pelo objetivo principal de levar o estudo dos fractais para a sala de aula em conformidade com a Tendência Internacional da Educação Matemática, os autores dedicam atenção ao ensino-aprendizagem de alguns fractais especiais. A comunicação, fundamentalmente, está dicotomizada nas linhas educacionais de ação: *material informativo-motivador* e *material de trabalho em aula*. No primeiro, empregou-se JAVA, de bom poder de compactação e adequação para a disponibilidade em multimídia, selecionou-se fractais criados por remoção; e no segundo, optou-se pelo emprego do CABRI-géomètre II, criando-se um fractal tipo árvore bifurcada.

Fornece-se fractais por remoção: Carpete Sierpinski (níveis 0, 2, 4), Esquadrilha Celeste (0, 1, 5), Letra A (0, 2 e 3), Letra T (0, 1, 5) e W_Espelhado (0, 2, 3), cujos diversos níveis permitem visualizar melhor a auto-similaridade.

Com o CABRI-géomètre II é fornecida uma macro de construção de uma árvore bifurcada assimétrica $\frac{3}{4}$ e $\frac{1}{2}$; cuida-se do seu emprego, do uso adequado de espessuras e cores, e dinamismo no caso intimamente relacionado com ventos. É apresentada a mesma árvore com sua sombra, relacionada com a luz solar.

Palavras chave: Fractais, Auto-similaridade, Fractais por Remoção, Fractais Árvore Bifurcada Assimétrica, JAVA, CABRI.

¹ Mestre em Ciência da Computação – IC/UNICAMP, docente – pesquisador, coordenador do curso Ciência da Computação, IMESC – Instituto Municipal de Ensino Superior de Catanduva, SP.

² Doutor em Matemática, Professor Titular (apos.) / UNESP, docente aglutinador de pesquisa, IMESC, Catanduva, SP.

Introdução

A.1 – Dois Procedimentos de Obtenção de Fractais

Entre os vários procedimentos de construção de novos fractais dois se destacam: a) *criação de fractais pela fronteira*, b) *criação por remoção*. No primeiro procedimento tem-se por imagem as curvas tipo Koch, e no segundo tem-se como imagem fundamental o fractal triangular de Sierpinski ³ (fig.1 e 2).

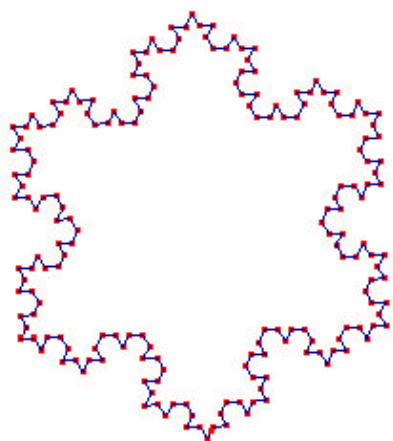


Fig.1 - Floco de Neve (Koch) – Nível 3

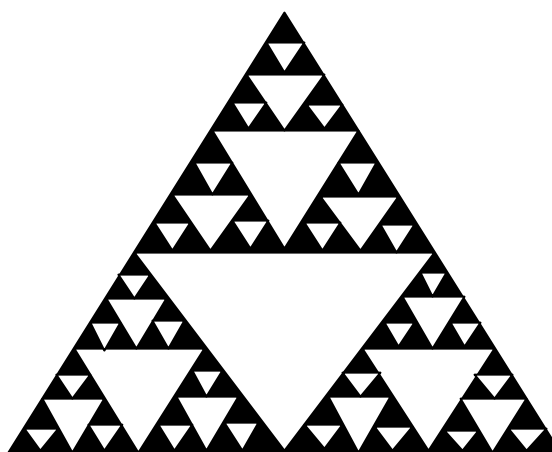


Fig.2 – Triângulo de Sierpinski – Nível 4

Este artigo centraliza-se na obtenção de alguns fractais pelo segundo procedimento, construindo fractais por remoção com recursos da linguagem JAVA de programação.

A.2 – Fractal Árvore

Entre os fractais existem alguns caracterizados pela formação de uma árvore. O interessado poderá encontrar alguns modelos em BARBOSA (2002), como os pitagóricos e bifurcados, ou em BARBOSA (2003), ou LOURENÇO e BARBOSA (2003) uma trifurcada especial que fornece em particular o Triângulo de Sierpinski.

³ Helge Von Koch, com seu “Floco de Neve” (1904-1906) e Waclaw Sierpinski (1882-1969), ambos poloneses e precursores dos fractais com seus monstros patológicos.

Neste trabalho, oferecemos um fractal-árvore bifurcada empregando o software educacional CABRI-géomètre II.

B – Fractais – Noções Históricas E Conceituais

Mandelbrot⁴ introduziu entidades geométricas (objetos) que denominou fractais, baseando-se no adjetivo *fractus*, cujo verbo *frangere* tem significado de quebrar, fragmentar.

Ficaram caracterizados os *fractais* como formas cujas partes se assemelham ao seu todo; dita propriedade de auto-similaridade, hoje aceita mesmo que aproximada ou estatística.

Nos *fractais* criados neste texto a auto-similaridade perfeita é considerada essencial. A auto-similaridade, desde que fixa semelhança, constitui bom tema da matemática de fácil entendimento, adequado já para o Ensino Fundamental. Além, desse tema, os fractais permitem atividades educacionais relativas a sucessões; em geral no tocante ao padrão sucessões geométricas, do nível médio.

C – Criando Alguns Fractais Por Remoção, Com Java

A construção dos fractais não tem possibilidade de os obter integralmente; face a diminuição dos elementos constituintes que devem sempre apresentar semelhança com o todo; contorna-se esta dificuldade construindo sucessivamente níveis do fractal.

Em geral, a ordem do nível não precisa ser elevada, pois os seus visuais tendem, rapidamente, ao verdadeiro fractal. Contudo, recursos gráficos de desenho (régua, compasso, etc) tornam esta tarefa impossível. Da mesma maneira, o

⁴ Benoit Mandelbrot, 1924, nascido em Varsóvia, estudou inicialmente na França, após o domínio nazista, avesso às idéias do grupo Bourbaki, mudou-se para os Estados Unidos, em 1948, para estudar Ciência Aeroespacial. Posteriormente trabalhou no centro de pesquisas Thomas Watson – IBM; onde resolveu um problema de Caos relativo a ruídos, com recursos de um trabalho de Cantor, talvez gênese dos fractais.

emprego de softwares educacionais, salvo raras exceções, e o uso das “ferramentas gráficas do software aplicativo Microsoft Word”, apresentam, também, dificuldades desta natureza. Por outro lado, a linguagem de programação JAVA, permite, muitas vezes a obtenção dos fractais em nível considerado razoavelmente bom.

Julgamos conveniente ao professor exibir para os seus alunos (qualquer escolaridade) a obtenção sucessiva dos níveis dos fractais, até um bom estágio; para os mesmos identificarem melhor a auto-similaridade nos diversos visuais.

Estabelecida esta premissa, seleccionamos a seguir a criação de cinco fractais por remoção: o primeiro, chamado Carpete Sierpinski, seleccionado mais pela sua notabilidade. Este fractal está inserido em BARBOSA (2002, p. 58) . Os demais, são sugeridos no livro citado acima (p. 59), os quais temos denominado Esquadrilha Celeste, Letra A, Letra T e W-Espelhado, apenas no sentido de facilitar a exposição didática.

De acordo com essa idéia damos os respectivos programas para que o professor interessado, mesmo sem o conhecimento da linguagem JAVA, possa com a cooperação de um colega especialista, disponibilizá-los em aula.

Para cada fractal, numa tentativa de uniformização dos textos correspondentes, procurou-se ordená-los da seguinte forma: *código fonte*, *comentários* e alguns níveis.

C.1 Fractal Carpete De Sierpinski

```
1. import java.applet.*;
2. import java.awt.*;
3. import java.util.*;

4. public class CarpeteSierpinski extends Applet
5. {
6.     Vector pontos, desenhaPontos;

7.     public void init ( )
8.     {
9.         pontos = new Vector();
10.        desenhaPontos = new Vector( );
11.        pontos.addElement(new Point(250, 50) );
12.        pontos.addElement(new Point(700, 500) );
13.    }
```

```

14. public void paint(Graphics g)
15. {
16.     int x1, y1, x2, y2;
17.     Point p;

18.     setBackground(Color.white);
19.     for (int i = 0 ; i < pontos.size( ) ; i=i+2)
20.     {
21.         p = (Point)(pontos.elementAt(i));
22.         x1 = p.x;
23.         y1 = p.y;
24.         p = (Point)(pontos.elementAt(i + 1));
25.         x2 = p.x;
26.         y2 = p.y;
27.         g.setColor(Color.black);
28.         g.fillRect(x1, y1, x2 - x1, y2 - y1);
29.     }
30. }

31. public boolean mouseDown(Event evt, int x, int y)
32. {
33.     calculaPontos( );
34.     pontos.removeAllElements( );
35.     pontos = (Vector)desenhaPontos.clone( );
36.     repaint( );
37.     return(true);
38. }

39. public void calculaPontos( )
40. {
41.     int x_aux, y_aux, dist ;
42.     Point p1, p2;

43.     desenhaPontos.removeAllElements( );
44.     for(int i = 0; i < pontos.size( ) ; i=i+2)
45.     {
46.         p1 = (Point)(pontos.elementAt(i));
47.         p2 = (Point)(pontos.elementAt(i+1));
48.         dist = (int)Math.round(1.0/4.0 * (p2.x - p1.x) );
49.         desenhaPontos.addElement( new Point(p1.x, p1.y));
50.         x_aux = p1.x + dist;
51.         y_aux = p1.y + dist;
52.         desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux, y_aux));
53.         desenhaPontos.addElement( new Point(x_aux, p1.y));
54.         x_aux = x_aux + dist;
55.         desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux,y_aux));
56.         desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux, p1.y));
57.         x_aux = x_aux + dist;
58.         desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux,y_aux));
59.         desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux, p1.y));
60.         x_aux = x_aux + dist;
61.         desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux,y_aux));
62.         x_aux = p1.x;
63.         desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux,y_aux));
64.         x_aux = x_aux + dist;
65.         y_aux = y_aux + dist;
66.         desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux,y_aux));
67.         x_aux = x_aux + (2 * dist);
68.         y_aux = y_aux - dist;
69.         desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux,y_aux));

```

```

70.      x_aux = x_aux + dist;
71.      y_aux = y_aux + dist;
72.      desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux,y_aux));
73.      x_aux = p1.x;
74.      desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux,y_aux));
75.      x_aux = x_aux + dist;
76.      y_aux = y_aux + dist;
77.      desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux,y_aux));
78.      x_aux = x_aux + ( 2 * dist );
79.      y_aux = y_aux - dist;
80.      desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux,y_aux));
81.      x_aux = x_aux + dist;
82.      y_aux = y_aux + dist;
83.      desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux,y_aux));
84.      x_aux = p1.x;
85.      desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux,y_aux));
86.      x_aux = x_aux + dist;
87.      y_aux = y_aux + dist;
88.      desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux,y_aux));
89.      y_aux = y_aux - dist;
90.      desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux,y_aux));
91.      x_aux = x_aux + dist;
92.      y_aux = y_aux + dist;
93.      desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux,y_aux));
94.      y_aux = y_aux - dist;
95.      desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux,y_aux));
96.      x_aux = x_aux + dist;
97.      y_aux = y_aux + dist;
98.      desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux,y_aux));
99.      y_aux = y_aux - dist;
100.     desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux,y_aux));
101.     x_aux = x_aux + dist;
102.     y_aux = y_aux + dist;
103.     desenhaPontos.addElement(new Point(x_aux,y_aux));
104. }
105. }
106. }

```

Para maior compreensão do código fonte, inseriu-se números nas linhas do programa. As linhas 1 a 3 representam as bibliotecas necessárias para a compilação deste programa JAVA.

Como a linguagem JAVA implementa o paradigma orientado a objetos, definimos uma classe denominada CarpeteSierpinski que é a instância da classe Applet (linha 4); com a definição dos métodos: init, paint, mouseDown e calculaPontos.

No método init (linhas 7 a 13) cria-se um quadrilátero inicial, no caso usamos extremos (250; 50) e (700; 500).

No método paint (linhas 14 a 30) define-se a cor de fundo e são desenhados a cada iteração os sucessivos quadriláteros preenchidos na cor preta.

As linhas 31 a 38 (do método `mouseDown`) chama com a clicagem do mouse o método `calculaPontos` (linhas 39 a 106) que por sua vez produz os novos vértices de cada quadrilátero que compõe a figura e desenha-os (linha 36) apagando preliminarmente os anteriores.

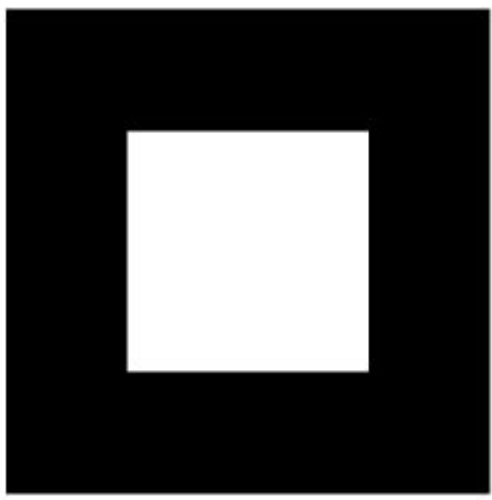


Fig. 3a – Carpete Sierpinski – Nível 0

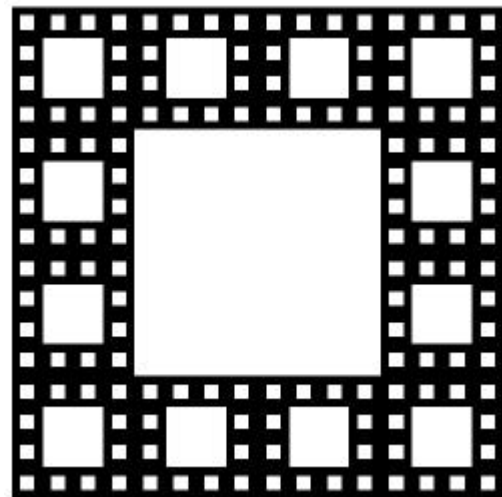


Fig. 3b – Carpete Sierpinski – Nível 1

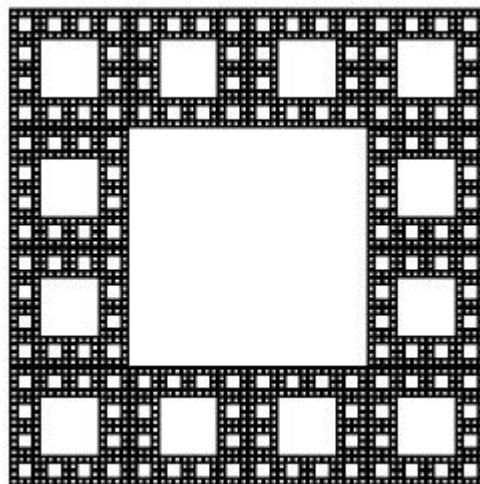


Fig. 3c – Carpete de Sierpinski – Nível 4

C.2 Fractal Esquadrilha Celeste

É suficiente alterar as linhas 39 a 106, nas quais colocamos as novas coordenadas dos vértices do quadrilátero fundamental:

```

39. public void calculaPontos( )
40. {
41.     int x_aux, y_aux, dist ;
42.     Point    p1, p2;

43.     desenhaPontos.removeAllElements( );

44.     for(int i = 0; i < pontos.size( ) ; i=i+2)
45.     {
46.         p1 = (Point)(pontos.elementAt(i));
47.         p2 = (Point)(pontos.elementAt(i+1));
48.         dist = (int)Math.round(1.0/3.0 * (p2.x - p1.x) );
49.         x_aux = p1.x + 2 * dist;
50.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, p1.y) );
51.         x_aux = x_aux + dist;
52.         y_aux = p1.y + dist;
53.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
54.         x_aux = p1.x;
55.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
56.         x_aux = x_aux + dist;
57.         y_aux = y_aux + dist;
58.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
59.         y_aux = y_aux - dist;
60.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
61.         x_aux = x_aux + dist;
62.         y_aux = y_aux + dist;
63.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
64.         x_aux = p1.x;
65.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
66.         x_aux = x_aux + dist;
67.         y_aux = y_aux + dist;
68.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
69.         y_aux = y_aux - dist;
70.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
71.         x_aux = x_aux + dist;
72.         y_aux = y_aux + dist;
73.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
74.     }
75. }
76. }

```



Fig. 4a – Esquadrilha Celeste – Nível 0

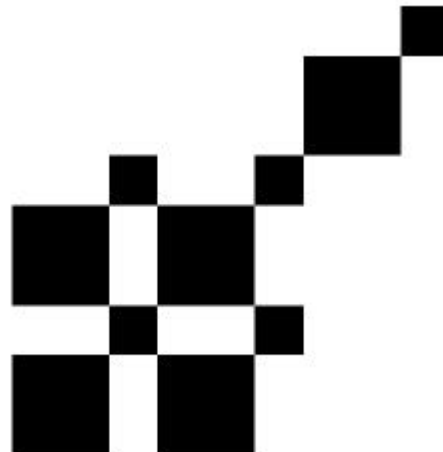


Fig. 4b – Esquadrilha Celeste – Nível 1

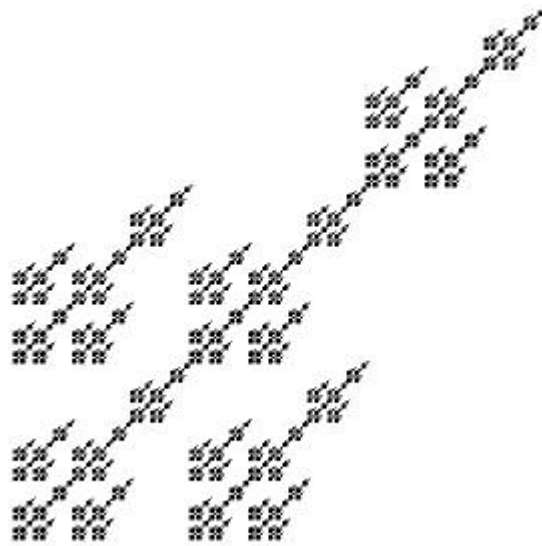


Fig. 4c – Esquadrilha Celeste – Nível 5

C.3 Fractal Letra A

É suficiente alterar as linhas 39 a 106, nas quais colocamos as novas coordenadas dos vértices do quadrilátero fundamental:

```

39. public void calculaPontos( )
40. {
41.     int x_aux, y_aux, dist ;
42.     Point    p1, p2;

43.     desenhaPontos.removeAllElements( );

44.     for(int i = 0; i < pontos.size( ) ; i=i+2)
45.     {
46.         p1 = (Point)(pontos.elementAt(i));
47.         p2 = (Point)(pontos.elementAt(i+1));
48.         dist = (int)Math.round(1.0/4.0 * (p2.x - p1.x) );
49.         desenhaPontos.addElement( new Point(p1.x, p1.y));
50.         x_aux = p1.x + dist;
51.         y_aux = p1.y + dist;
52.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
53.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, p1.y) );
54.         x_aux = x_aux + dist;
55.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
56.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, p1.y) );
57.         x_aux = x_aux + dist;
58.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
59.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, p1.y) );
60.         x_aux = x_aux + dist;
61.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
62.         x_aux = p1.x;
63.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
64.         x_aux = x_aux + dist;

```

```

65.     y_aux = y_aux + dist;
66.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
67.     x_aux = x_aux + ( 2 * dist);
68.     y_aux = y_aux - dist;
69.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
70.     x_aux = x_aux + dist;
71.     y_aux = y_aux + dist;
72.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
73.     x_aux = p1.x;
74.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
75.     x_aux = x_aux + dist;
76.     y_aux = y_aux + dist;
77.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
78.     y_aux = y_aux - dist;
79.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
80.     x_aux = x_aux + dist;
81.     y_aux = y_aux + dist;
82.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
83.     y_aux = y_aux - dist;
84.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
85.     x_aux = x_aux + dist;
86.     y_aux = y_aux + dist;
87.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
88.     y_aux = y_aux - dist;
89.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
90.     x_aux = x_aux + dist;
91.     y_aux = y_aux + dist;
92.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
93.     x_aux = p1.x;
94.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
95.     x_aux = x_aux + dist;
96.     y_aux = y_aux + dist;
97.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
98.     x_aux = x_aux + ( 2 * dist );
99.     y_aux = y_aux - dist;
100.    desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
101.    x_aux = x_aux + dist;
102.    y_aux = y_aux + dist;
103.    desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
104.    }
105. }
106. }

```

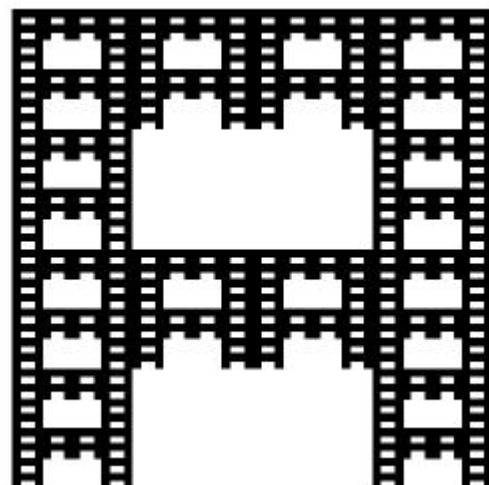
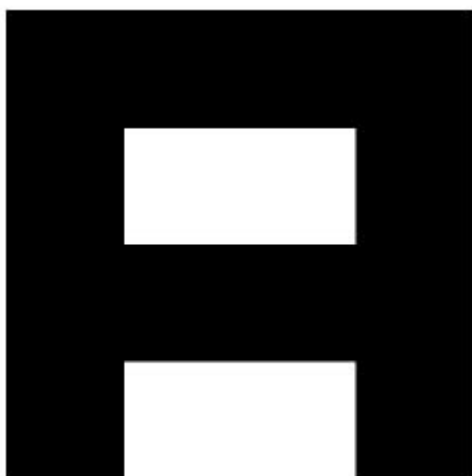


Fig. 5a – Letra A – Nível 0

Fig. 5b – Letra A – Nível 2

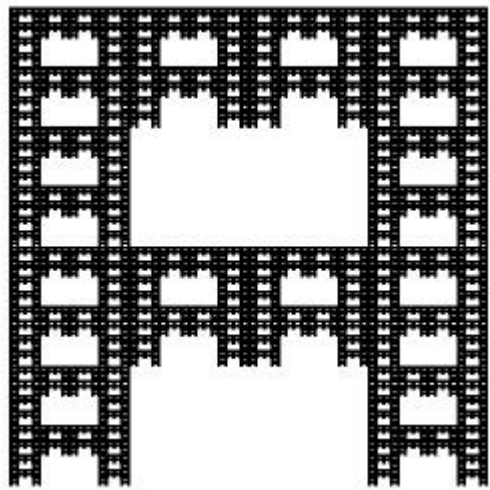


Fig. 5c – Letra A – Nível 3

C.4 Fractal Letra T

É suficiente alterar as linhas 39 a 106, nas quais colocamos as novas coordenadas dos vértices do quadrilátero fundamental:

```
39. public void calculaPontos( )
40. {
41.     int x_aux, y_aux, dist ;
42.     Point    p1, p2;
43.
44.     desenhaPontos.removeAllElements( );
45.     for(int i = 0; i < pontos.size( ) ; i=i+2)
46.     {
47.         p1 = (Point)(pontos.elementAt(i));
48.         p2 = (Point)(pontos.elementAt(i+1));
49.         dist = (int)Math.round(1.0/3.0 * (p2.x - p1.x) );
50.         desenhaPontos.addElement( new Point(p1.x, p1.y));
51.         x_aux = p1.x + dist;
52.         y_aux = p1.y + dist;
53.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
54.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, p1.y) );
55.         x_aux = x_aux + dist;
56.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
57.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, p1.y) );
58.         x_aux = x_aux + dist;
59.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
```

```

59.     x_aux = p1.x + dist;
60.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
61.     x_aux = x_aux + dist;
62.     y_aux = y_aux + dist;
63.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
64.     x_aux = p1.x + dist;
65.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
66.     x_aux = x_aux + dist;
67.     y_aux = y_aux + dist;
68.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
69. }
70. }
71. }

```



Fig. 6a – Letra T – Nível 0

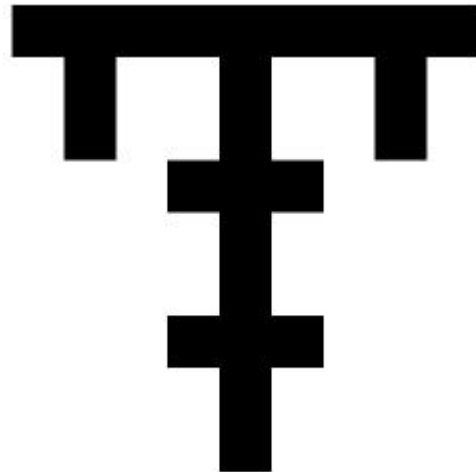


Fig. 6b – Letra T – Nível 1

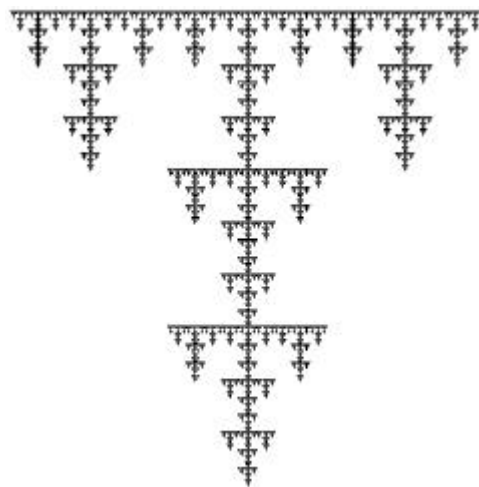


Fig. 6c – Letra T – Nível 5

C.4 Fractal Letra W-Espelhado

É suficiente alterar as linhas 39 a 106, nas quais colocamos as novas coordenadas dos vértices do quadrilátero fundamental:

```
39. public void calculaPontos( )
40. {
41.     int x_aux, y_aux, dist ;
42.     Point p1, p2;
43.
44.     desenhaPontos.removeAllElements( );
45.
46.     for(int i = 0; i < pontos.size( ) ; i=i+2)
47.     {
48.         p1 = (Point)(pontos.elementAt(i));
49.         p2 = (Point)(pontos.elementAt(i+1));
50.         dist = (int)Math.round(1.0/4.0 * (p2.x - p1.x) );
51.         x_aux = p1.x + dist;
52.         y_aux = p1.y;
53.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
54.         x_aux = x_aux + dist;
55.         y_aux = y_aux + dist;
56.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
57.         y_aux = y_aux - dist;
58.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
59.         x_aux = x_aux + dist;
60.         y_aux = y_aux + dist;
61.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
62.         x_aux = x_aux + dist;
63.         y_aux = y_aux + dist;
64.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
65.         x_aux = x_aux + dist;
66.         y_aux = y_aux - dist;
67.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
68.         x_aux = x_aux + dist;
69.         y_aux = y_aux + dist;
70.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
71.         y_aux = y_aux - dist;
72.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
73.         x_aux = x_aux + dist;
74.         y_aux = y_aux + dist;
75.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
76.         x_aux = p1.x;
77.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
78.         x_aux = x_aux + dist;
79.         y_aux = y_aux + dist;
80.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
81.         y_aux = y_aux - dist;
82.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
83.         x_aux = x_aux + dist;
84.         y_aux = y_aux + dist;
85.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
86.         x_aux = x_aux + dist;
87.         y_aux = y_aux - dist;
88.         desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
```

```

89.     x_aux = x_aux + dist;
90.     y_aux = y_aux + dist;
91.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
92.     x_aux = p1.x + dist;
93.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
94.     x_aux = x_aux + dist;
95.     y_aux = y_aux + dist;
96.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
97.     y_aux = y_aux - dist;
98.     desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
99.     x_aux = x_aux + dist;
100.    y_aux = y_aux + dist;
101.    desenhaPontos.addElement( new Point( x_aux, y_aux) );
102.    }
103.    }
104.    }

```

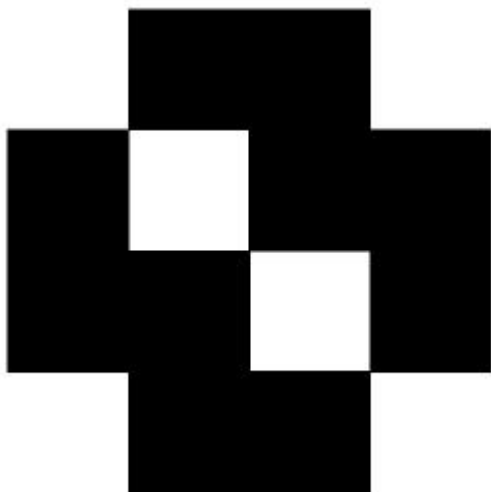


Fig. 7a – W-Espelhado – Nível 0

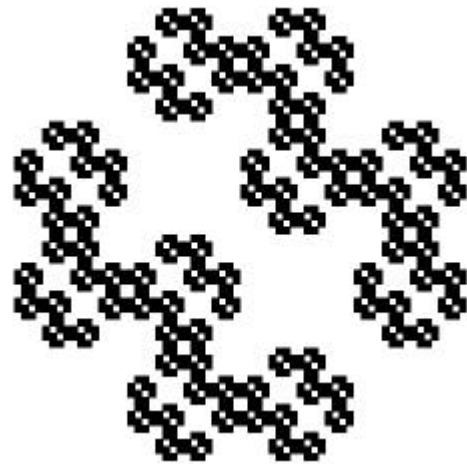


Fig. 6b – W-Espelhado – Nível 2

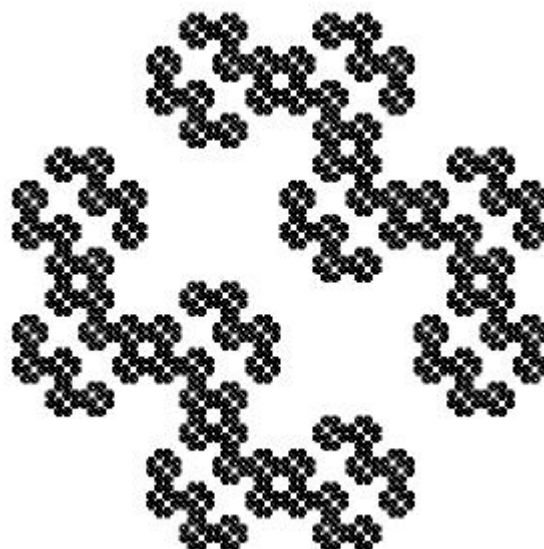


Fig. 7c – W-Espelhado – Nível 3

Lembramos a conveniência, em cada nível, de discursões fixadoras entre professores e alunos do tema semelhança pela auto-similaridade, e outras explorações, como aspectos estéticos.

D – CRIANDO FRACTAL ÁRVORE COM O CABRI

Procuraremos no que segue fornecer aos professores os passos para a criação de um fractal, tipo árvore, empregando o software educacional CABRI. Os colegas notarão a sua simplicidade e confiando em nossos dados experimentais, sugerimos que esses passos poderão ser trabalhados pelos próprios alunos, sob orientação, no laboratório de informática da escola.

D.1 MACRO: construção de uma árvore bifurcada assimétrica com redução $\frac{3}{4}$ e $\frac{1}{2}$

- *construir um segmento de reta AB;*
- *marcar C ponto médio de AB;*
- *marcar D ponto médio de AC;*
- *construir E simétrico D em relação a B;*
- *construir F simétrico C em relação a B;*
- *escreva dois números n e n' (por ex. 60 e -40) com a edição numérica;*
- *rotacione E empregando o ângulo n ao redor de B (obtendo um ponto E');*
- *rotacione F utilizando o ângulo n' ao redor de B (obtendo um ponto F');*
- *construir os segmentos BE' e BF';*
- *chamar macro; tomando como objetos iniciais os pontos A e B, os números n e n'; e como objetos finais os segmentos BE' e BF'.*

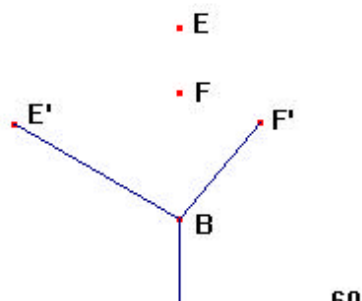


Fig. 8 – Preparação da Macro

D2. Empregando a macro

Para a construção de uma árvore bifurcada assimétrica (com redução $\frac{3}{4}$ e $\frac{1}{2}$ respectivamente) deve-se começar o trabalho com o segmento de reta (preferentemente vertical):

- *com edição numérica colocar na tela dois números (por ex. um positivo e outro negativo);*
- *selecionar a macro;*
- *clicar sobre os extremos do segmento;*
- *clicar sobre os dois números (sempre na mesma ordem)*

.

Deverá surgir a partir do segundo extremo dois ramos da árvore de comprimentos $\frac{3}{4}$ e $\frac{1}{2}$ do segmento inicial (um para esquerda e outro para a direita); teremos assim, a constituição do iniciador-gerador do fractal.

Repetir sucessivamente a operação para cada ramo do nível anterior obtendo-se o nível consecutivo.

Desde que os ramos vão sucessivamente diminuindo, e bastante, haverá um momento que a construção necessariamente deverá ser finalizada.

D3. Espessura e cores

O professor “cabriteano” poderá realizar algumas alterações na árvore obtida aumentando significativamente a espessura do primeiro ramo (tronco) e um pouco

dos ramos logo a seguir. Analogamente os últimos pontos extremos obtidos, poderão sofrer uma *modificação de aparência* para “bolinhas”.

Da mesma maneira o colega poderá alterar a coloração da árvore, por exemplo empregando, de baixo para acima cores marrom, verde escuro e verde claro; e colorir as “bolinhas” (dando a aparência de flores ou frutos).

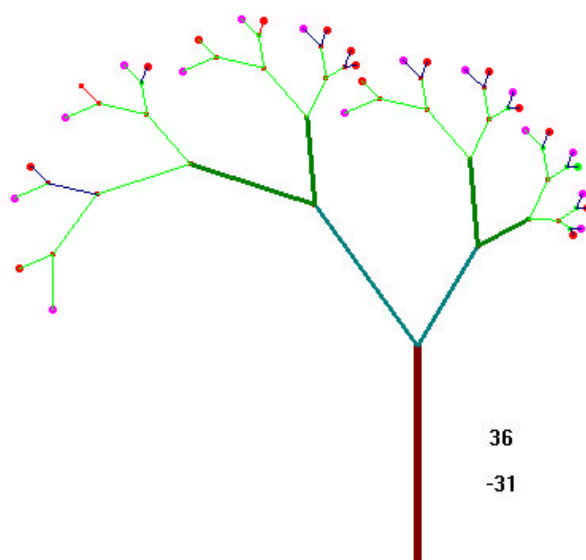


Fig. 9 – Árvore Bifurcada Assimétrica $\frac{3}{4}$ e $\frac{1}{2}$
n = 36 e n' = -31

D4. Dinamismo

Desde que os valores n e n' das edições numéricas podem ser alterados, obtem-se movimentos dos ramos (em separado), modificando o visual da árvore. Dessa maneira, pode-se conseguir um efeito dinâmico do visual, aparentando a existência de ventos, modificando a árvore de pontiaguda para árvore de copa larga e reciprocamente (com efeito atraente lúdico nos educandos).

D5. Modificando a Tela: Árvore Sombra

Empregando a mesma macro, o professor poderá construir uma árvore projetada da anterior, aparentando sua sombra. Bastará construir, a partir do

primeiro extremo, um segmento de reta inclinado, e sucessivamente empregar a macro com as mesmas edições numéricas.

Com um pouco de criatividade, esta árvore sombra pode ser obtida a partir do seu segmento tronco inicial numa inclinação dependente de uma terceira edição numérica. O próprio comprimento inicial pode ser preparado com recursos de vetores possibilitando sua alteração velada. Os resultados obtidos permitirão algumas atividades lúdicas correspondentes à inclinação da luz solar.

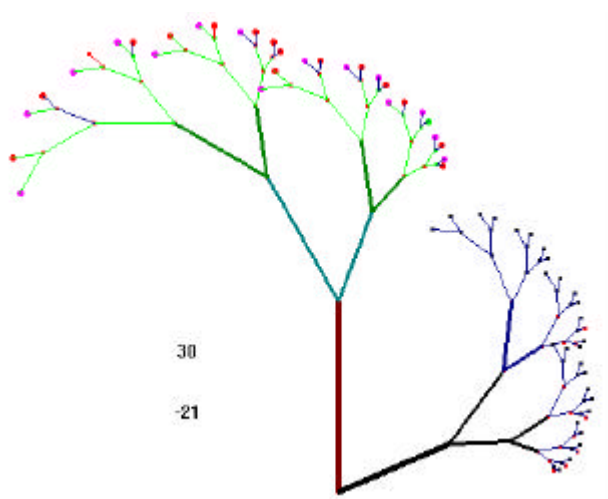


Fig. 10 – Árvore e Sombra
 $n = 30$ e $n' = -21$

E – Bibliografia Básica

BARBOSA, R. M. *Descobrendo Geometria Fractal para a sala de aula, CD-Rom com o Nfract 1.0 de F. A. Perrotti* (Coleção Tendências em Educação Matemática). Belo Horizonte, Autêntica, 2002.

BARBOSA, R. M. *Antes, durante e pós aula: Introduzindo fractais com o triângulo de Sierpinski*, Revista de Educação Matemática, 8, p. 21-26, 2003.

LOURENÇO, M. L. e BARBOSA, R. M. *Fractalino leva seus alunos ao laboratório de informática*. Revista de Educação Matemática, 8, p. 57-58, 2003.

MANDELBROT, B. P. *The Fractal Geometry of Nature*. N. Y.: Freeman, 1997.

PEITGEN, H. O.; JÜRGENS, H and SAUPE, D. *Fractales for the Classroom: Strategic Activities*, Vol One, N. Y.: Springer – Verlag / NCTM, 1992.

SEVERINO JR, O. e BARBOSA, R. M. – *Obtenção de Fractais pela Fonteira com recursos da linguagem JAVA*, INTERCIÊNCIA – Série Exatas, IMESC, 2003, (a sair).

0702RE A CALCULADORA COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO- APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA: ANÁLISE DAS PROPOSTAS APRESENTADAS NOS LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Denise Alves de Araujo¹

Maria Cristina Rotsen de Melo²

RESUMO

As calculadoras simples se tornaram, nos últimos anos, um objeto acessível à maioria das pessoas e essa é, sem dúvida, uma das razões para o crescente uso desse recurso tecnológico nas diversas tarefas do cotidiano. Entretanto, na escola o uso desse equipamento ainda é motivo de controvérsias, pois não há clareza (e nem consenso) sobre o seu papel nas atividades escolares. Essa polêmica se torna ainda maior quando se debate o uso das máquinas de calcular nas aulas de Matemática.

O objetivo inicial da pesquisa que estamos desenvolvendo é fazer dois levantamentos: primeiramente das possibilidades de usos das calculadoras indicadas nos livros didáticos de Matemática, já que estes se constituem como principal recurso utilizado pelos professores em suas aulas; e em seguida elaborar materiais de apoio para serem utilizados por professores de Matemática do Ensino Fundamental (5^a a 8^a séries) em suas aulas.

Nesse relato pretendemos apresentar os resultados do primeiro levantamento procurando destacar a frequência dessas atividades em cada coleção de livros analisada, identificando os usos mais recorrentes e refletindo sobre as possibilidades de ampliação dos conceitos e habilidades que podem ser desenvolvidos.

¹ professora do UNI -BH

² professora do UNI -BH

0703RE O SOFTWARE MAPLE NA CONSTRUÇÃO GRÁFICOS DE SUPERFÍCIE TRIDIMENSIONAL

Saulo Furletti¹

RESUMO

Este trabalho descreve o resultado de uma investigação ainda em andamento sobre o uso do computador na representação do conhecimento da educação Matemática, especificamente na construção de gráficos tridimensionais. O objetivo principal é facilitar com o uso da tecnologia informática situações de ensino aprendizagem que envolvam gráficos de superfícies tridimensionais em planos coordenados x , y , z , utilizando o software de matemática “Maple V” (ou versão mais atual), deixando claro posturas que devem ou não serem tomadas pelo direcionador do aprendizado dos alunos (professor), e como é visto pelo aluno o uso dessa tecnologia de ponta no processo de aprendizagem.

São apresentados problemas notados na Educação Matemática, também nota-se pontos que urgem uma discussão mais aprofundada da classe acadêmica sobre a viabilidade e funcionalidade da inserção de novas tecnologias não só em ambiente escolar no processo de ensino aprendizagem, mas em nossa sociedade num todo.

Palavras-chave: Educação Matemática; Tecnologia; Software de Matemática; gráficos de superfícies tridimensionais ; Computador.

¹ Universidade Federal de Lavras

0704RE UMA PROPOSTA PARA O ENSINO INTRODUTÓRIO DA QUANTIFICAÇÃO EM GEOGRAFIA COM USO DO SOFTWARE MATLAB

Paulo Fernando Braga Carvalho¹

Leônidas Conceição Barroso (orientador)²

João Francisco de Abreu (co-orientador)³

RESUMO

O geógrafo trabalha constantemente com um grande volume de dados, que precisa ser organizado e apresentado de maneira sintética, mais fácil de ser manipulada e de simples compreensão. Além disso, a Geografia apresenta a especificidade de lidar, também, com a variável espacial.

O estudo apresenta uma proposta de curso de introdução aos recursos da quantificação em Geografia, com aplicações do software MATLAB, objetivando ser uma referência bibliográfica para uma área carente de publicações em língua portuguesa.

Para o desenvolvimento desta proposta, fez-se necessário o levantamento dos diversos modos de se ver e conceber a Educação Matemática no Brasil, sendo adotada a tendência socioetnocultural, em particular a etnomatemática, como fundamentação pedagógica.

¹ Aluno do Programa de Pós-Graduação em Tratamento da Informação Espacial, PUCMINAS . Professor do UNI-BH paulofernando@uaivip.com.br

² Professor da PUC-MG

³ Professor da PUC-MG

0705CC UM SOFTWARE PODE AUXILIAR NO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE GEOMETRIA DOS ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL?

Pauliane Aparecida Raimundo¹
Marger da C. V. Viana (Orientadora)²

RESUMO

Este projeto foi desenvolvido para ser realizado em escolas da rede pública de Ouro Preto que dispõem de laboratórios de informática e convidadas por meio de cartas-convite. Destina-se a alunos das quatro séries finais do Ensino Fundamental não havendo pré-requisitos para participação, isto é, os alunos não estarão obrigados a fazê-lo. Utilizar-se-á um software(livre) de geometria dinâmica, no caso o Geometricks. O objetivo é verificar de que modo um software pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de geometria. Espera-se propiciar aos professores oportunidades de conhecimento de pressupostos teórico-metodológicos ligados à construção do conhecimento matemático no que se refere à geometria, por meio de realização de oficinas específicas para os mesmos. Já foi realizada uma rápida revisão bibliográfica e, em seguida, far-se-á seleção de conteúdos ministrados e a partir daí serão programadas e realizadas as oficinas. O número de alunos participantes dependerá dos computadores disponíveis, sendo que dois compartilharão o mesmo equipamento por considerar-se importante a cooperação para a aquisição do conhecimento. A forma de avaliação e registro das atividades está sendo definida. De qualquer modo, serão elaborados questionários e guias de entrevistas a serem aplicados aos professores e alunos. O tipo de análise dos dados ainda está sendo definida.

Palavras-chave: processo de ensino aprendizagem de geometria, geometria dinâmica, informática na educação matemática.

¹ Aluna do Curso de Licenciatura em Matemática da UFOP. pauliane19@yahoo.com.br

² Professora adjunta doutora do Dep. Matemática da UFOP. marger@iceb.ufop.br

No decorrer do meu curso de graduação em Matemática pela Universidade Federal de Ouro Preto, pude perceber que muitos alunos entram para a universidade com uma deficiência muito grande em certos conceitos do Ensino Médio, principalmente no que diz respeito à geometria.

Nas últimas décadas pudemos perceber um gradual abandono no ensino de geometria, isso se evidencia mais em escolas públicas, principalmente após a promulgação da lei 5692/71. A liberdade que essa lei concedia às escolas quanto à decisão sobre os programas das diferentes disciplinas possibilitou que muitos professores de Matemática, sentindo-se inseguros para trabalhar com a geometria, deixassem de incluí-la em sua programação. (PAVANELLO, 1993)

Durante o Ensino Fundamental e Médio, os alunos em geral têm pouquíssimo conhecimento de geometria ou trigonometria, a não ser aqueles que estudam em escolas Federais ou particulares, mesmo assim, é vista de modo tradicional, isto é, quadro e giz. É raro ver nos livros didáticos a palavra “construa”. Tudo é sempre muito repetitivo, sem ligação com a realidade e com o processo de construção do conhecimento.

Hoje em dia, já dispomos de muitos recursos didáticos para trabalhar em sala de aula, porém são pouco usados e pouco conhecidos pela maioria dos professores.

Uma dessas ferramentas para ensinar geometria, seria o uso do computador. A maioria das escolas possuem laboratórios de informática, mas boa parte deles não são usados: quer por falta de pessoas para orientar o trabalho nos laboratórios, quer por falta de informação e experiência dos próprios professores em relação ao uso dos computadores e dos softwares que já existem para complementar a didática em sala de aula.

E é essa a nossa questão de investigação: Como o uso de um software pode ajudar no ensino de geometria?

A preocupação em resgatar o ensino de geometria como uma das áreas fundamentais da Matemática tem levado muitos professores e pesquisadores a se dedicarem à reflexão e a elaboração, implementação e avaliação de alternativas, que busquem superar as dificuldades não raro encontradas na abordagem desse tema, na escola básica ou em níveis superiores de ensino. (FONSECA, 2001)

Levamos em consideração que a geometria também tem o papel de ser o veículo para o desenvolvimento de habilidades e competências como a percepção espacial e a resolução de problemas (escolares ou não), uma vez que oferece aos

alunos as oportunidades de olhar, comparar, medir, adivinhar, generalizar e abstrair. (SHERARD, 1981)

Uma das alternativas para abordar o tema geometria seria com o uso do computador.

As escolas não podem ignorar as relações entre informática e educação. Deve o professor estar ciente da introdução da informática no ensino de modo a valer-se de seus recursos para colaborar com a construção de conhecimento do aluno. Superar preconceitos contra a tecnologia, sem, entretanto, entregar-se cegamente ao apelo por modismos.

O computador não é a solução para todos os problemas educacionais, mas pode ajudar em alguns pontos, desde que o professor consiga mesclar a prática com a teoria.

Outro ponto para o qual atentar, é a forma como a informática educativa é coordenada nas escolas. Embora em muitas delas o trabalho com informática tenha recebido apoio incessante, da coordenação e direção, isso não é regra geral e podemos encontrar escolas onde a sala de informática é sub-utilizada. Existem casos em que os diretores colocam tantas normas para o uso do que inviabilizam qualquer iniciativa do professor no sentido de utiliza-los. Por exemplo, alguns diretores solicitam que seja apresentado um plano detalhado sobre cada atividade que será desenvolvida nos computadores. Outros permitem o uso, mas não sem antes ressaltar que o professor será responsabilizado por qualquer dano nas máquinas causado durante a sua aula. E temos, ainda, o caso em que o acesso à chave da sala fica quase impossível, porque ela está em poder de um determinado funcionário da escola que nem sempre está presente. Além da chave, a senha do servidor da rede também é de conhecimento de poucos. (BORBA, 2001)

Em se tratando de geometria, a informática pode ter um papel interessante, já que muitos alunos confundem as propriedades do desenho com as propriedades do objeto; para os alunos a posição relativa do desenho ou seu traçado passam a fazer parte das características do objeto, quer no aspecto conceitual ou quer no aspecto figural, estabelecendo desequilíbrio na formação dos conceitos. (GRAVINA, 1996)

As razões desse interesse estão ligadas à existência das múltiplas possibilidades de representações gráficas produzidas pelo computador, podendo ter um enfoque científico.

As representações gráficas organizam e esquematizam os dados da observação do espaço físico permitindo particularmente estabelecer as ligações entre os dados perceptíveis saídos dessa observação e dos elementos teóricos pertencentes ao modelo geométrico. Elas parecem constituir um bom meio permanente para emergir e funcionar as noções geométricas, porque elas dão um sentido para o aluno e porque sua observação pode oferecer esquemas e demonstrações ou permite uma avaliação pragmática das afirmações elaboradas no modelo teórico. (NIQUINI, 1996)

Os programas que envolvem a geometria dinâmica, são vistos como ferramentas de construção: desenhos de objetos e configurações geométricas são feitas a partir das propriedades que os definem. Através de deslocamentos aplicados aos elementos que compõem o desenho, este se transforma, mantendo as relações geométricas que caracterizam a situação.

As representações gráficas estabelecem uma relação entre o espaço físico e os elementos teóricos do objeto geométrico.

A percepção e a observação, ajudam os alunos a se convencerem das propriedades e da validade dos fatos e nessa parte o computador pode ajudar e muito.

Como ressalta NIQUINI (1996:81)

“É importante lembrar que o computador introduz também uma outra espécie de mediação dos objetos geométricos que podem, em certos casos, constituir uma mediação das figuras geométricas pelo acesso indireto na tela do computador, por intermédio de uma linguagem de comandos. As ações e os meios de controle possíveis diferem muito freqüentemente dos colocados pelas situações de papel e lápis.”

Visando essa tendência, vamos abordar o seguinte **problema** de pesquisa:

Como o uso de um software pode ajudar no ensino de Geometria em séries do Ensino Fundamental de uma escolas da rede pública de Ouro Preto - MG?

Dessa forma o **objeto de estudo** é o uso de um software no ensino d Geometria.

Os **objetivos** desse trabalho são:

- Verificar como um software pode ajudar no ensino de geometria em séries finais do Ensino Fundamental em escolas da rede pública de Ouro Preto
- Propiciar oportunidades de conhecimentos de pressupostos teórico-metodológicos ligados à construção do conhecimento matemático no que se refere a geometria com características pedagógicas para os alunos do Ensino Fundamental.
- Observar ainda, a performance dos alunos diante da geometria em ambiente informatizados.
- Apresentar um software de geometria e ilustrar a sua utilidade como ferramenta auxiliar e eficiente para o desenvolvimento, estudo e aprendizado da geometria.

O público alvo será constituído por alunos e professores de escolas do Ensino Fundamental (quatro séries finais) da rede pública de Ouro Preto que dispõem de laboratórios de informática. As escolas serão contatadas por meio de cartas-convite e não haverá pré-requisitos para participação, isto é, os alunos não estarão obrigados a fazê-lo.

A metodologia seguida para o enfrentamento do problema é a seguinte: já foi realizada uma breve revisão bibliográfica que será completada durante a realização do trabalho, em seguida, far-se-á a seleção de conteúdos ministrados nas quatro séries finais do Ensino Fundamental e a partir daí serão programadas e realizadas oficinas para o ensino e utilização do software Geomatricks cujo objetivo é verificar de que modo o software pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem de geometria. O número de alunos participantes das oficinas dependerá do número de computadores disponíveis em cada laboratório, sendo que dois alunos compartilharão o mesmo equipamento por considerar-se importante a cooperação entre eles para a aquisição do conhecimento. A forma de avaliação e registro(gravação em áudio, vídeo ou observações escritas) das atividades está sendo definida. De qualquer modo, serão elaborados questionários e guias de entrevistas a serem aplicados aos professores e alunos. O tipo de análise dos dados ainda está sendo definida.

. De qualquer forma, espera-se propiciar aos professores oportunidades de conhecimento de pressupostos teórico-metodológicos ligados à construção do

conhecimento matemático no que se refere à geometria, por meio de realização de oficinas específicas para os mesmos.

Referências Bibliográficas

BORBA, Marcelo de Carvalho – Informática e Educação Matemática – 2^a ed. – Belo Horizonte - MG: Autêntica, 2001. 104p.

NIQUINI, Débora – Informática e Educação: Implicações didático-pedagógicas e construção do conhecimento. – Brasília: Universidade Católica de Brasília, 1996. 136p.

GRAVINA, Maria Alice – Geometria Dinâmica: Uma nova abordagem para o aprendizado da geometria. – Anais do VII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, p.1-13, Belo Horizonte – MG, 1996.

FONSECA, Maria da Conceição F. R – O ensino de Geometria na Escola Fundamental: Três questões para a formação de professores dos ciclos iniciais – Belo Horizonte – MG: Autêntica, 2001.

PAVANELLO, Regina Maria – O abandono do ensino da geometria no Brasil: causas e conseqüências. – CEMPEM/UNICAMP – SP. - Ano I, 1993.

0706RE DESENVOLVIMENTO COLETIVO DE UM *SOFTWARE*-APLICATIVO PARA O ENSINO/APRENDIZAGEM DE TÓPICOS MATEMÁTICOS

Teresinha Fumi Kawasaki

Airton Carrião

Jussara de Loiola Araujo

Márcia Maria Fusaro Pinto

Claudia Regina da Silva Lima

Fernanda Bittencourt Menezes

RESUMO

Uma das propostas do Grupo de Estudos e Pesquisas em Educação Matemática e Novas Tecnologias (GEPEMNT-DMat/ICEX, UFMG) refere-se ao desenvolvimento coletivo de ambientes computacionais para a abordagem de temas matemáticos.

Relatamos, aqui, nossa experiência piloto na qual engajamos educadores, desenvolvedores e usuários no processo de criação, desenvolvimento, utilização em sala de aula e avaliação do *software*-aplicativo *Pizza* para o ensino/aprendizagem de representações gráficas.

Este aplicativo foi concebido em reuniões do GEPEMNT, das quais participou um professor de Matemática de Ensino Médio de Belo Horizonte, a partir de suas necessidades, experiências e expectativas em relação ao uso de novas tecnologias em suas aulas. Considerando o contexto no qual o trabalho seria desenvolvido e os estudos teóricos que já vinham sendo realizados pelo grupo de pesquisa, levando em conta, principalmente, a idéia de *cenários para investigação* de Skovsmose (2000), construímos coletivamente o *applet*¹ *Pizza*. Este *applet* foi utilizado em várias nas aulas deste e de outros professores da mesma escola, bem como oficinas realizadas em visitas ao departamento de Matemática do ICEX. A fim de fazer uma primeira avaliação dos ambientes de aprendizagem que constituímos com o *applet* *Pizza*, filmamos a realização das atividades por dois alunos do referido professor.

Referência

Skovsmose, O. Cenários para Investigação. *Bolema – Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, n. 14, p. 66-91, 2000

¹ *Software*-aplicativo Java para a Internet

RESUMO

O trabalho está sendo implementado em colaboração com professores de matemática e grupos de alunos do ensino fundamental e médio de escolas municipais e unidades de apoio integradas na rede de inclusão digital da prefeitura. Utilizando-se a metodologia *Web Quest* pretende-se dar suporte ao trabalho pedagógico dos professores envolvidos que articulam junto aos alunos atividades de construção de conceitos matemáticos e de arte utilizando o programa *Cabri Géomètre*.

As atividades desenvolvidas pelos alunos nos laboratórios de informática para serem publicadas, devem apresentar junto com a construção geométrica ou artística, a construção conceitual elaborada e relatos dos alunos sobre o processo de realização da atividade incluindo as emoções, as dificuldades e as descobertas feitas. Essas atividades estão sendo veiculadas através de disquetes, e-mail e/ou publicadas na página do Grupo de Estudos Lingüísticos On-line – GELO.

Como resultados, apontamos a construção de mais uma comunidade de aprendizagem colaborativa on-line e a promoção da aprendizagem e do domínio de uso da informática por alunos e educadores.

Referências Bibliográficas:

Vídeo Matemática e Arte, produzida pela TV Educativa/USP.

Cabri géomètre

BALDIN, Yuriko Yamamoto; VILLAGRA, Guillermo Antonio Lobos. *Atividades com Cabri-Géomètre II para os cursos de licenciatura em matemática e professores do ensino fundamental e médio*. São Carlos: EDUFSCar, 2002. 238p.

¹ MOREIRA, Cleusa Maria Gontijo é Mestre em Educação Tecnológica pelo CEFET – MG e Coordenadora do projeto de Informática Educativa da Secretaria Municipal de Educação de Betim.

² OLIVEIRA, Donizete Vasconcelos é licenciado em Matemática pela PUC Minas, cursa especialização em Educação Matemática pela UEMG e atua no projeto de Informática Educativa da Secretaria Municipal de Educação de Betim.

RODRIGUES, Claudina Izepe; REZENDE, Eliane Quelho Frota. *Cabrie-géomètre e a geometria plana*. São Paulo: UNICAMP, 1999. 117p.

BONGIOVANNI, Vincenzo; CAMPOS, Tânia M. M.; ALMOULOU, Saddy A. *Descobrimos o cabri-géomètre: caderno de atividades*. São Paulo: FTD, 1997. 111p.

SILVA, Maria Célia Leme da. *Explorando conceitos de geometria elementar com o software cabri-géomètre*. 2.ed. São Paulo: Educ, 1998. 84p.

SANGIACOMO, Ligia. *Explorando geometria elementar com o dinamismo do cabri-géomètre*. São Paulo: PROEM, 1999. 109p

MAGINA, Sandra. *Explorando os polígonos nas séries iniciais (1ª a 4ª série) do ensino fundamental*. São Paulo: PROEM, 1999. 87p.

SANGIACOMO, Ligia. *Geometria plana com cabri-geómètre: diferentes metodologias*. São Paulo: PROEM, 1999. 29p

0708RE CONCEITO DE FUNÇÃO: UMA ABORDAGEM DO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM UTILIZANDO-SE O COMPUTADOR COMO RECURSO DIDÁTICO

Constantino Veríssimo dos Santos Filho¹

João Bosco Laudares (orientador)

RESUMO

Este estudo surge da preocupação do professor de matemática, quanto ao uso do computador como ferramental ao estudo de funções. O conteúdo de funções é básico para o desenvolvimento da formalização da matemática. A questão levantada, então, se refere a utilização de softwares para complementação das aulas expositivas, no intuito de proporcionar uma melhor compreensão para o aluno. A troca de ambiente, bem como a utilização da máquina, trazem motivação para o aluno. É uma pesquisa qualitativa realizada em uma instituição de ensino médio e fundamental, que tem nos últimos anos trabalhado com inovações metodológicas no ensino da matemática. A análise das informações foi desenvolvida pelo discurso dos professores e alunos, bem como a observação no laboratório de informática, durante as aulas práticas e nas aulas expositivas, em sala de aula. A conclusão é que a utilização do computador já é uma preocupação por parte dos professores, que aceitam a sua presença como auxiliar de aprendizagem. Especificamente, quanto à função há relevantes contribuições para o aluno, no entendimento do conceito de função, principalmente pela diversificação da sua representação (visual, algébrica, numérica), e análise das principais propriedades da função pelo estudo gráfico.

¹ Mestrando CEFET-MG

0709CC ESTUDO DE FUNÇÕES EM AMBIENTES INFORMATIZADOS ATRAVÉS DA EPISTEMOLOGIA DAS REPRESENTAÇÕES MÚLTIPLAS

Luís Carlos Figueiredo Brandão¹
Frederico da Silva Reis (orientador)²

RESUMO:

Neste trabalho de pesquisa abordamos o ensino-aprendizagem do conteúdo “Funções: conceitos e propriedades”, em ambientes informatizados, através da denominada “epistemologia das representações múltiplas”, isto é, da coordenação entre as suas representações gráfica, tabular e algébrica. Buscamos, desta forma, investigar as potencialidades didático-pedagógicas da utilização de softwares de representações múltiplas no processo de ensino-aprendizagem do tema “Funções”. Para tanto, elaboramos uma seqüência didático-pedagógica para a abordagem desse tema em ambientes informatizados, através da utilização de um software de representações múltiplas: o Graphmatica. Essa seqüência foi aplicada aos alunos do Curso de Especialização em Educação Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto do Curso de Licenciatura em Matemática da UFOP, durante o primeiro semestre letivo de 2003. As reflexões, críticas e comentários dos sujeitos desta pesquisa, confrontadas com nossas visões, idéias e concepções, apontam para o fato de que a observação e a análise das diferentes representações – gráfica, tabular e algébrica – dos conceitos e propriedades do tema “Funções”, bem como a exploração da coordenação entre essas diferentes representações pode conduzir a uma ressignificação/reelaboração do seu ensino-aprendizagem.

Palavras-chave: Ensino-aprendizagem de funções, software Graphmatica, Informática e Educação Matemática.

¹ Professor Substituto do Departamento de Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) e pós-graduando do Curso de Especialização em Educação Matemática da UFOP (brandao@feop.com.br).

² Professor Doutor do Departamento de Matemática da UFOP e da UNI-BH (fsreis@acad.unibh.br)

Introdução

Como assinala FERREIRA (2001), a Educação Matemática passa, no contexto atual, por um *“momento multiparadigmático”*, situação em que vários paradigmas educacionais aparecem concorrendo simultaneamente: Etnomatemática, História da Matemática, Resolução de Problemas, Novas Tecnologias, Modelagem Matemática, Didática da Matemática, Formação por Competências, entre outros.

Um desses paradigmas que vem recebendo destaque em diversas pesquisas e consolidando-se como uma das principais tendências da Educação Matemática é a utilização das novas tecnologias no ensino-aprendizagem de Matemática, com ênfase na aprendizagem em ambientes informatizados.

No Brasil, uma série de grupos de pesquisa tem se dedicado à informática educativa, com ênfase na área de Educação Matemática, destacando a relação entre as Novas Tecnologias e a Educação Matemática e procuram mostrar que a utilização adequada de ambientes informatizados na aprendizagem de conteúdos matemáticos proporciona ocasião para se explorar a descoberta dos conceitos e propriedades dos conteúdos matemáticos, em que os alunos aprendam a Matemática através do que é considerado na literatura como o *“fazer matemática: experimentar, interpretar, visualizar múltiplas facetas, induzir, conjecturar, abstrair, generalizar e, enfim, demonstrar”* (GRAVINA e SANTAROSA, 1998, p. 1). A utilização criativa de ferramentas computacionais desenvolvidas com finalidade didático-pedagógica pode conduzir a uma apropriação pelos alunos de idéias matemáticas significativas.

PAPERT (1988) assinala que a aprendizagem em ambientes informatizados configura-se como a possibilidade de mudar os limites entre o concreto e o formal. HEBENSTREINT (apud GRAVINA e SANTAROSA, 1998, p. 9), argumenta que *“o computador permite criar um novo tipo de objeto – os objetos ‘concreto-abstratos’. Concretos porque existem na tela do computador e podem ser manipulados; abstratos por se tratarem de realizações feitas a partir de construções mentais.”*

Essa concepção de aprendizagem em ambientes informatizados encontra ressonância nas idéias trabalhadas por BORBA e PENTEADO (2001) e seu grupo de pesquisa da UNESP - Rio Claro, o GPIMEM – Grupo de Pesquisa em Informática outras Mídias e Educação Matemática –, que propõem a utilização de softwares de

representações múltiplas, nos quais os aspectos algébricos, gráficos e tabulares possam ser abordados de maneira integrada.

Nessas pesquisas na área da Informática e Educação Matemática, fica claro que o conhecimento matemático é condicionado pelas mídias disponíveis. Assim, a ênfase na dimensão algébrica, particularmente no ensino do conteúdo “funções”, é justificada pelas mídias disponíveis: lápis, papel, giz e quadro-negro. Com o advento das novas tecnologias, como as calculadoras gráficas e os computadores, uma nova abordagem deve ser implementada, de forma a permitir uma articulação entre as múltiplas representações de um objeto matemático.

Como lembra BORBA e PENTEADO (2001), o ensino tradicional de funções enfatiza, sobremaneira, a dimensão algébrica, com destaque para a expressão analítica de uma função, sem quase fazer referência à sua dimensão tabular (numérica) e gráfica (geométrica). Essa ênfase possivelmente é justificada pela mídia normalmente disponível: lápis e papel. Verifica-se, assim, um predomínio da oralidade e da escrita como mídias determinantes do ensino-aprendizagem tradicional do conteúdo “Funções”.

A partir do final da década de 80, muitas pesquisas têm sido empreendidas por educadores matemáticos para discutir e questionar esse enfoque tradicional do estudo das funções, propondo alternativas didático-pedagógicas para a abordagem desse tema, através da ênfase na utilização de suas múltiplas representações, facetas ou dimensões. Esse fato retoma, em certa medida, as idéias apontadas por Euclides Roxo, em 1929, no livro “Curso de Matemática Elementar”:

Introdução precoce na noção de função, que o âmago do moderno movimento de reforma, apresentada – o que não se deve perder de vista – sob forma geométrica e expressa, eficazmente, pelas representações gráficas. (ROXO apud VALENTE, 2002, p.17).

Nesta nossa pesquisa, buscamos inspiração nos trabalhos do GPIMEM (Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática), da UNESP-Rio Claro, que promovem investigações na área de desenvolvimento curricular, em que são desenvolvidas atividades didático-pedagógicas exploradoras das potencialidades das calculadoras gráficas e softwares de representações múltiplas no ensino-aprendizagem do tema “Funções”. BORBA (1995), em sua tese

de doutorado, apresenta uma discussão sobre o papel das representações múltiplas na aprendizagem de funções, argumentando a existência de uma “*moldagem recíproca*” entre o estudante e o *software*, isto é, o *software* molda a forma como o estudante conhece e o estudante molda o *software* com o qual está trabalhando. SOUZA (1997), em sua dissertação de mestrado, analisa como as funções quadráticas podem ser estudadas com o auxílio da calculadora gráfica, através da elaboração de uma proposta didático-pedagógica que enfatiza a visualização e a experimentação.

Essas pesquisas sobre o ensino-aprendizagem de função em ambientes informatizados apontam a necessidade de se enfatizar as representações múltiplas (algébrica, gráfica e tabular) no estudo desse conteúdo central da Matemática, proporcionando o desenvolvimento de um conceito multifacetado por parte do estudante.

BORBA e CONFREY (1996), citados por BORBA e PENTEADO (2001), propõem uma “*epistemologia de representações múltiplas*” na abordagem do tema “Funções”, ao considerarem que, mais que trabalhar isoladamente com as representações algébrica, gráfica e tabular, deva haver uma coordenação entre elas como um novo caminho para o conhecimento de “Funções”, de forma que “*conhecer sobre funções passa a significar saber coordenar representações*”. (BORBA e PENTEADO, 2001, p. 30).

Em nosso projeto de pesquisa propomos a utilização da coordenação das representações múltiplas no estudo do conceito, características e propriedades das funções, tais como: domínio e imagem; funções pares e ímpares; funções crescentes e decrescentes; funções injetoras, sobrejetoras e bijetoras; funções inversas.

Essa proposta será desenvolvida com a utilização de um *software* de representação múltipla gerador de gráficos vinculados a expressões analíticas e tabelas, com ênfase no desenvolvimento de atividades exploradoras da capacidade de visualização – “*processo de formar imagens mentalmente ou com auxílio de lápis, papel e tecnologia*” (GRACIAS e BORBA, 1999, p. 63) – e de experimentação – fazer Matemática: “*problemas abertos são propostos pelo professor, com exploração em grupo de temas relacionados à Matemática*” (BORBA, 1999, p.26).

Acreditamos que a coordenação entre as múltiplas representações – gráfica, tabular e algébrica – do conceito de função, proporcionada pelo ensino em

ambientes informatizados, pode contribuir para uma ressignificação/reelaboração da aprendizagem do tema “Funções: conceitos e propriedades”.

A partir dessa hipótese, estabelecemos a seguinte questão passível de investigação:

Quais são as potencialidades didático-pedagógicas da utilização de *softwares* de representações múltiplas no processo de ensino- aprendizagem do tema “Funções: conceitos e propriedades”?

Buscamos, ao longo deste trabalho de pesquisa, investigar como o conteúdo “Funções: conceitos e propriedades” pode ser abordado em ambientes informatizados, através da utilização de *softwares* de representações múltiplas, que possibilitem a coordenação entre as representações algébricas, gráficas e tabulares desse tema.

Para tanto, pretendemos apontar diretrizes que colaborem para a construção de uma seqüência didático-pedagógica para a abordagem do conteúdo “Funções: conceitos e propriedades”, em ambientes informatizados, através da epistemologia das representações múltiplas.

Como forma de conduzir esta pesquisa, utilizamos a orientação metodológica conhecida como “Engenharia Didática”. Segundo PAIS (2001, p.99), a Engenharia Didática caracteriza uma forma particular de organização dos procedimentos metodológicos da pesquisa em Educação Matemática.

Como principal vantagem da utilização da “Engenharia Didática” apontamos o fenômeno conhecido como *“dupla ancoragem: interligação do plano teórico da racionalidade ao território experimental da prática educativa”* (PAIS, 2001, p. 99). Essa *“dupla ancoragem”* dos planos teórico e experimental assenta-se nas idéias apresentadas por BACHELARD, no livro “O racionalismo aplicado”, no qual propõe uma síntese entre a dimensão experimental e teórica da ciência, ao enunciar que *“toda experiência deve ser submetida a uma atenciosa reflexão teórica e que toda formulação racional deve ser submetida a um persistente controle experimental.”* (BACHELARD, apud PAIS, 2001, p. 120).

A Engenharia Didática compreende as seguintes fases, conforme apontando por PAIS (2001):

- I. **Análise preliminar** – referencial teórico da pesquisa;

- II. **Concepção e análise a priori** - concepção da sequência didática e definição das variáveis de comando do sistema, bem como das hipóteses iniciais para buscar responder a questão de investigação;
- III. **Aplicação da sequência didática** – sessões/experimentos de ensino e coleta de dados, através de algum suporte de registro da realização da pesquisa em destaque;
- IV. **Análise a posteriori** - tratamento das informações obtidas ao longo da aplicação da sequência de ensino;
- V. **Avaliação** - considerações finais com elaboração de uma síntese, confrontando os dados provenientes da *análise a posteriori* com as hipóteses iniciais propostas na fase da *análise a priori*.

Como instrumento de apoio à exploração das múltiplas representações do conteúdo “Funções: conceitos e representações”, optamos por utilizar o software plotador de equações *Graphmatica*, citado por BORBA e PENTEADO (2001, p. 27) e GRAVINA e SANTAROSA (1998, p. 19). O *Graphmatica* foi desenvolvido por Keith Hertzner, graduado pela Universidade de Berkeley na área de Engenharia Elétrica e Ciência da Computação.

O *Graphmatica* é um programa para plotagem de equações, comportando gráficos cartesianos, polares, trigonométricos e diferenciáveis. Apresenta recursos de múltiplas representações: expressão analítica, gráfica e tabelas, tendo a capacidade de plotar até vinte e cinco gráficos simultaneamente, o que configura uma excelente ambiente para construção de famílias de curvas e exploração da transformação de funções, tais como deslocamentos verticais e horizontais, reflexões e esticamentos horizontais e verticais. Permite, também, o cálculo de derivadas, integrais, máximos e mínimos, zeros, intervalos e a resolução de inequações. O *Graphmatica* determina, de maneira automática, o tipo de gráfico que se está introduzindo e dispõe de um avançado analista de equações que segue as regras matemáticas. Encontra-se disponível para *download* na internet, no endereço eletrônico <<http://www.graphmatica.com>>, a versão na língua inglesa. A versão do *Graphmatica* na língua portuguesa foi preparada por Carlos Malaca, professor do ensino secundário da Escola Secundária de Alves Redol, em Vila Franca de Xira, em Portugal. Encontra-se disponível para *download* no seguinte endereço eletrônico: <<http://www107.pair.com/cammssoft/graphmatica.html>>

A sequência didática, preparada para o estudo dos conceitos e propriedades do tema “Funções” em ambientes informatizados, através da epistemologia das representações múltiplas, apresenta as seguintes atividades, com seus respectivos objetivos:

ATIVIDADE I – A representação gráfica e tabular do conceito de função

Objetivos:

Trabalhar o conceito de função, através de sua representação gráfica e tabular, utilizando o software gráfico *Graphmatica*.

Atividades no Graphmatica:

- Representar no *Graphmatica* os gráficos dos seguintes grupos de equações, observando atentamente as características geométricas das curvas traçadas e as numéricas das tabelas de pontos fornecidas pelo *software*;

- A partir do entendimento dos membros do grupo sobre o conceito de função, apontar aquelas que representam **gráficos de funções de x** , justificando essa afirmação:

Grupo I : $y = x^2$ e $y^2 = x$

Grupo II : $x^2 + y^2 = 16$; $y = \sqrt{10 - x^2}$ e $y = -\sqrt{5 - x^2}$

Grupo III : $y = 4$ e $x = -2$

Grupo IV : $\frac{x^2}{16} + \frac{y^2}{9} = 1$ e $\frac{y^2}{16} + \frac{x^2}{9} = 1$

- Discutir em grupo os seguintes questionamentos:
 - *Toda curva no plano xy é gráfico de uma função de x ?*
 - *Quando uma curva no plano xy é o gráfico de uma função de x ?*
 - *Como verificar graficamente se uma curva corresponde ao gráfico de uma função?*
- Criar as mais variadas equações e plotar os seus gráficos no Graphmatica, verificando se são ou não gráficos de funções de x ;
- **Desafio:** Plotar os gráficos de todas as equações acima e apontar as curvas que representam uma função de y . (Considerar y como variável independente e x como variável dependente)

ATIVIDADE II - Estudo do Domínio e Imagem de Funções

Objetivos:

- trabalhar com o conceito de DOMÍNIO e IMAGEM de funções, através da análise de seus gráficos e tabelas de pontos, com a utilização do software *Graphmatica*;
- discutir a escolha de uma “janela retangular” adequada para a análise do gráfico de uma função.

Atividades no Graphmatica:

- Representar no *Graphmatica* as seguintes funções e para cada uma delas discutir, em grupos de trabalho, as suas observações sobre os gráficos e as tabelas de pontos exibidos pelo *software*, apontando os seus respectivos domínios e imagens:

$$1. f(x) = \frac{x^2}{10} - 2$$

$$2. f(x) = |x|$$

$$3. f(x) = \sqrt{x}$$

$$4. f(x) = \frac{x^3}{3}$$

$$5. f(x) = \text{sen } x$$

$$6. f(x) = \frac{1}{x - 2}$$

$$7. f(x) = \ln x$$

$$8. f(x) = e^x$$

- ❑ Criar as mais variadas funções e verificar, gráfica e numericamente, os seus respectivos domínio e imagens;
- ❑ Solicitar aos alunos a construção da formalização do conceito de Domínio e Imagem de uma função, a partir de sua representação gráfica e tabular.

ATIVIDADE III - Estudo das Funções Pares e Ímpares

Objetivos:

Trabalhar com o conceito das funções pares e ímpares, através da análise de seus gráficos e representações tabulares, com a utilização do software *Graphmatica*.

Atividades no Graphmatica:

Representar no *Graphmatica* os seguintes grupos de funções e, para cada grupo, discutir as observações e responder as questões abaixo:

GRUPO I

GRUPO II

GRUPO III

1. $f(x) = x^2$

2. $f(x) = \cos 2x$

3. $f(x) = |3x|$

4. $f(x) = -4x^4 + 5x^2$

5. $f(x) = \sqrt{x^2 - 1}$

6. $f(x) = \frac{1}{x}$

7. $f(x) = x^3$

8. $f(x) = \sin x$

9. $f(x) = -2x^5$

10. $f(x) = \sqrt[3]{x}$

11. $f(x) = x + 1$

12. $f(x) = \log x$

13. $f(x) = |3x - 2|$

14. $f(x) = x^2 - 2x$

15. $f(x) = \cos x - \sin x$

□ **Questões:**

- Qual a característica comum aos gráficos das funções representadas?
 - Analisando a tabela de pontos exibida pelo *Graphmatica*, como expressar numericamente essa característica comum?
- Criar as mais variadas funções e verificar, gráfica e numericamente, se elas são pares, ímpares ou nenhuma das duas;
- Formalizar o reconhecimento de uma função par e ímpar, através das características de seu gráfico e tabela de pontos, bem como a definição algébrica desses tipos de funções.

□ **Desafios:**

- Como transformar a função ímpar $f(x) = \sin x$ em uma função par?
- Qual é a função que é par e ímpar ao mesmo tempo?
- O que acontece quando somamos ou multiplicamos duas funções pares?
E duas funções ímpares?
- O produto de uma função par por uma função ímpar é par ou ímpar?

ATIVIDADE IV - Estudo das Funções Crescentes e Decrescentes

Objetivos:

Trabalhar o conceito de funções crescentes e decrescentes, através da análise das características dos gráficos e representações tabulares, com a utilização do software *Graphmatica*.

Atividades no Graphmatica:

Representar no *Graphmatica* os seguintes grupos de funções e, para cada um deles, responda as questões abaixo:

GRUPO I

1. $f(x) = 3x - 2$
2. $f(x) = 4x^3$
3. $f(x) = 10^x$
4. $f(x) = \ln 2x$
5. $f(x) = \tan x$

GRUPO II

6. $f(x) = -5x + 2$
7. $f(x) = -x^3$
8. $f(x) = \left(\frac{1}{4}\right)^x$
9. $f(x) = -2x^5$
10. $f(x) = \cot x$

GRUPO III

11. $f(x) = x^2 + 1$
12. $f(x) = \sin x$
13. $f(x) = |5x + 1|$
14. $f(x) = x^2 - 2x$
15. $f(x) = \sec x$

❑ Questões:

- Analisando atentamente os gráficos e tabelas de pontos disponibilizados pelo *Graphmatica*, estabelecer as características comuns a cada grupo, relativamente ao comportamento das funções;
 - Como caracterizar gráfica e numericamente uma função crescente?
 - Como caracterizar gráfica e numericamente uma função decrescente?
- ❑ Criar as mais diferentes funções e verificar se são crescentes ou decrescentes;

- Formalizar algebricamente o reconhecimento do comportamento de uma função, em relação ao seu crescimento e decrescimento.

- **Desafios:**
 - Forneça exemplos de funções que não são nem crescentes nem decrescentes.
 - Como transformar uma função crescente em decrescente?
 - O que acontece com a reta tangente à curva em um intervalo em que uma função é crescente? E decrescente? E quando muda o comportamento da função?

ATIVIDADE V - Funções Injetoras, Sobrejetoras e Bijetoras

Objetivos:

Trabalhar o conceito das funções injetoras, sobrejetoras e bijetoras, através da análise de seus gráficos e representações tabulares, com a utilização do software *Graphmatica*.

Atividades com o Graphmatica:

- Para cada grupo de funções abaixo, analise as características dos gráficos e tabelas de pontos de cada função, classificando-as como **injetoras (I)**, **sobrejetoras (II)**, **bijetoras (III)** ou **não injetora e nem sobrejetora (IV)**:

GRUPO I

- a) $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $f(x) = 3x$
 b) $g: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $g(x) = x^3$
 c) $h: \mathbb{R}_+^* \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $h(x) = \ln x$
 d) $i: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $i(x) = 2\sqrt[5]{x}$

GRUPO II

- f) $k: \mathbb{R}_+ \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $k(x) = x^2$
 g) $l: \mathbb{R}_+ \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $l(x) = \sqrt{x}$
 h) $m: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $m(x) = 2|x|(x - 2)$
 i) $n: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $n(x) = x^3 - 2x^2$

GRUPO III

- j) $p: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $p(x) = \sin x$
 k) $q: \mathbb{R}^* \rightarrow \mathbb{R}^*$ tal que $q(x) = |2x - 3|$
 l) $r: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $r(x) = 3 - 2x^2$
 m) $s: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $s(x) = \frac{x^4}{4}$

□ Desafios:

- Como verificar, através da representação cartesiana, se uma função é injetora, sobrejetora ou bijetora?
- Uma função injetora pode ser par? Por que?

ATIVIDADE VI - Estudo das Funções Inversas**Objetivos:**

Trabalhar com o conceito das funções inversas, através da análise de seus gráficos e representações tabulares, com a utilização do software *Graphmatica*.

Atividades no Graphmatica:

- Determine algebricamente, se existir, a função inversa das funções abaixo e faça a representação em um mesmo gráfico da função e de sua inversa:

a) $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $f(x) = x$

b) $g: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $g(x) = 3x$

b) $h: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $h(x) = x^3$

c) $i: \mathbb{R}_+^* \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $i(x) = \ln x$

d) $j: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ tal que $j(x) = 2\sqrt[5]{x}$

- Discutir, em grupo, as suas observações sobre os gráficos e tabelas das funções acima e elaborar as suas conclusões a respeito do reconhecimento de funções inversas, a partir das características geométricas (gráficas) e numéricas (tabulares);
- A partir da discussão do grupo ao longo das Atividades V e VI, descobrir qual a relação existente entre as funções bijetoras e as funções inversas.

A seqüência didática foi aplicada aos alunos da disciplina Informática na Educação Matemática, turmas 21 e 22, ministrada pelo autor dessa pesquisa, no Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto. Essas duas turmas, constituídas por quatorze e vinte alunos, respectivamente, são compostas, em sua maioria, por graduandos do quinto e sétimo períodos. Após a aplicação da seqüência didática, que transcorreu durante três sessões de duas horas de duração, no primeiro semestre letivo de 2003, os alunos foram solicitados a preencher o questionário, de forma a exteriorizar as suas reflexões sobre a sua formação matemática ao longo do Ensino Médio e na Universidade, suas concepções sobre a epistemologia das representações múltiplas, bem como as potencialidades didático-pedagógicas dessa seqüência de ensino do estudo de funções em ambientes informatizados. Escolhemos dez questionários preenchidos por alunos do sétimo período e utilizamos, como critério de seleção, a experiência docente e a participação mais efetiva durante as sessões de ensino.

Os outros sujeitos da pesquisa foram os alunos do Curso de Especialização em Educação Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto, que também foram submetidos à seqüência didática elaborada. A sessão de ensino transcorreu em um sábado, também no primeiro semestre de 2003, com duração aproximada de três horas. Ao final dessa sessão, os quinze alunos presentes receberam o mesmo questionário citado anteriormente, para responderem e entregarem na semana seguinte. Desses quinze pós-graduandos participantes da sessão de ensino, dez

devolveram o questionário devidamente preenchidos, que foram imediatamente escolhidos como objeto de análise.

A escolha dos sujeitos de pesquisa coaduna-se com os objetivos principais desse projeto de pesquisa, anteriormente citados. Justifica-se a escolha dos alunos da pós-graduação pela maior experiência discente e docente por eles apresentada, paralelamente à capacidade didático-pedagógica demonstrada ao longo de seu Curso de Especialização. Em relação aos alunos do sétimo período do Curso de Licenciatura em Matemática, foram selecionados por estarem cursando uma disciplina de 60 horas semestrais que enfoca a aprendizagem de Matemática em ambientes informatizados, cujo docente é o autor desta pesquisa e também pela experiência docente apresentada pela maioria deles. Ao longo desse curso, eles tiveram contato com os micro-mundos dinâmicos para a aprendizagem de função, com destaque para o *Graphmatica* e o *Winplot*, situação em que realizaram uma série de atividades no laboratório, explorando as características desses ambientes computacionais de aprendizagem.

Como suporte principal de registro da realização dessa pesquisa optamos por trabalhar com questionários, compostos de seis perguntas a serem respondidas pelos sujeitos da pesquisa, após a realização da seqüência didático-pedagógica elaborada para o estudo de “Funções: conceitos e propriedades”, em ambientes informatizados, através da epistemologia das representações múltiplas.

Para identificação e qualificação dos sujeitos de pesquisa, solicitamos-lhes que, no preâmbulo do questionário, preenchessem os dados relativos à formação acadêmica e à experiência docente.

As questões a serem respondidas foram as seguintes:

1. *Como foi a sua aprendizagem do conteúdo “Funções – conceitos e propriedades” ao longo do Ensino Médio?*
2. *Em sua formação matemática, na Universidade, você teve algum contato com a aprendizagem do conteúdo “Funções”, em ambientes informatizados?*
3. *Qual a sua opinião em relação à utilização de softwares de representações múltiplas na aprendizagem do conteúdo “Funções – conceitos e propriedades?”*

4. *Você acha importante trabalhar a coordenação entre as representações algébricas, gráficas e tabulares no ensino-aprendizagem do conteúdo “Funções: conceitos e propriedades?” Por que?*
5. *Quais seriam, em sua opinião, os eventuais benefícios/vantagens obtidos com a utilização dessa seqüência didático-pedagógica no ensino-aprendizagem do tema “Funções: conceitos e propriedades?”*
6. *Quais seriam, em sua opinião, os eventuais obstáculos/dificuldades a serem enfrentados na utilização dessa seqüência didático-pedagógica no ensino-aprendizagem do tema “Funções: conceitos e propriedades?”*

Através das duas primeiras questões, objetivamos identificar o perfil da formação matemática dos sujeitos da pesquisa, mais especificamente em relação ao conteúdo “Funções: conceitos e propriedades” e perscrutar as suas experiências relativas à aprendizagem desse conteúdo em ambientes informatizados, ao longo de sua formação acadêmica.

Buscamos, por meio das questões intermediárias, explorar as concepções dos sujeitos da pesquisa acerca da utilização dos softwares de representações múltiplas na aprendizagem do conteúdo em destaque, bem como a coordenação das representações algébricas, gráficas e tabulares no estudo de funções – a “*epistemologia das representações múltiplas*”. (BORBA e PENTEADO, 2001).

As duas últimas questões foram elaboradas com o objetivo de investigar as visões dos sujeitos de pesquisa acerca dos limites e possibilidades didático-pedagógicos da seqüência de ensino-aprendizagem do tema “Funções: conceitos e propriedade” em ambientes informatizados.

As opiniões dos sujeitos da pesquisa – pós-graduandos em Educação Matemática e graduandos em Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto – relativamente às potencialidades didático-pedagógicas da utilização dos softwares de representações múltiplas no processo de ensino-aprendizagem do tema “Funções: conceitos e propriedades”, assentam-se em quatro principais eixos temáticos:

- ❑ Ênfase na visualização;
- ❑ Caráter experimental – aprendizagem por simulação;
- ❑ Mudança de postura do professor e do aluno;

❑ Motivação para a aprendizagem.

As atividades da seqüência didática, propostas para o estudo do tema em destaque, possibilitam/favorecem o enfoque visual para a abordagem dos seus conceitos e propriedades, bem como a experimentação numérica e gráfica.

As características geométricas do gráfico de uma função podem ser a via de acesso aos conceitos e propriedades das funções e, da mesma forma, a análise das características numéricas da tabela de pontos exibida pelo *software* durante a plotagem do gráfico da função pode ajudar na construção e compreensão dos conceitos e propriedades.

Podemos citar, a título de exemplo, a atividade de estudo das funções pares e ímpares com o *Graphmatica*. Solicitado a comparar os gráficos de uma função par e outra ímpar, o aluno é instigado a explorar as características geométricas dos seus respectivos gráficos – simetria axial e central –, bem como as características numéricas da tabela de pontos, conduzindo à posterior formalização dessa propriedade. Dessa forma, a análise do gráfico de uma função fornece uma imagem do comportamento da função ou, como bem assinala STEWART (2002, p. 12), informações sobre a sua “*história de vida*”.

Assim, esse enfoque visual, estimulado pela utilização de *softwares* de representações múltiplas, favorece a “*formação de imagens mentais associadas aos conceitos estudados*” (PAIS, 2002, p. 156), trazendo, como assina BORBA e PENTEADO (2002, p. 34), a “*visualização para o centro da aprendizagem matemática*”.

Um outro aspecto fundamental dessa proposta didático-pedagógica, assinalado por GRAVINA e SANTAROSA (1998) e BORBA e PENTEADO (2002), reside no papel central desempenhado pela experimentação nessa prática pedagógica, também destacado pelos sujeitos de pesquisa, quando da aplicação da seqüência didática do estudo de “Funções: conceitos e propriedades”, em ambientes informatizados. Essa idéia de retomar o caráter experimental da Matemática já fora defendida por D’AMBRÓSIO (1997, p. 95), ao argumentar que “*a remoção do caráter experimental da Matemática do ensino é um dos fatores que mais contribuem para a queda do rendimento escolar*”.

A utilização de *softwares* de representações múltiplas proporciona a criação de um micro-mundo dinâmico, no qual os conceitos e propriedades de “Funções”

podem ser construídos através da manipulação de gráficos e tabelas. Os alunos, diante das atividades e desafios propostos nas atividades da sequência didática, são estimulados a *“fazer matemática: experimentar, interpretar, visualizar, induzir, conjecturar, abstrair, generalizar e, enfim, demonstrar”* (GRAVINA e SANTAROSA, 1998, p.1). Como exemplo, as questões relacionadas com as operações entre funções pares e ímpares podem ser trabalhadas via ensaio-e-erro, pelo método da tentativa. Denominamos essa postura dinâmica dos alunos nesse ambiente de aprendizagem de *“pensar com os dedos”*.

Trata-se de uma das vertentes do conhecimento por simulação, considerado por LÉVY (1999, p. 121) como *“um dos novos gêneros de saber que a ecologia cognitiva transporta”*. O conhecimento por simulação pode ser localizado entre os pólos teórico e experimental e, como assinala PAIS (2002, p. 152):

A simulação é um momento específico de uma situação de aprendizagem, no qual o sujeito tem a possibilidade de perceber e de manipular parâmetros, invariantes ou aspectos que intervêm diretamente na elaboração dos conceitos e dos conhecimentos em questão.

Outro aspecto levantado pelos sujeitos de pesquisa, que se submeteram à sequência didático-pedagógica elaborada, reside na questão da mudança de postura dos professores e alunos no trabalho com conteúdos matemáticos em ambientes informatizados. A postura didática tradicional da abordagem do conteúdo “Funções”, normalmente utilizada pelos professores do Ensino Médio, reside na exposição das definições e propriedades e resolução de problemas fechados baseados em um exemplo prototípico. Trata-se de uma situação muito confortável (*“zona de conforto”* – BORBA e PENTEADO, 2002, p. 54) tanto para os professores, como para os alunos, que prescindem de uma postura mais ativa e podem comportar-se de forma passiva em sala de aula, só necessitando reproduzir os conteúdos nas avaliações previstas.

Ao contrário, a estratégia didático-pedagógica veiculada nesta pesquisa encontra-se imersa na denominada *“zona de risco”* (BORBA e PENTEADO, 2002, p. 55), caracterizada pelas incertezas e imprevisibilidades. Para trabalhar com a sequência proposta, os professores necessitam de uma maior flexibilidade ao longo

das sessões de ensino, de uma perda aparente do controle da situação pedagógica. Eles desempenham um papel de mediador, facilitador e guia do processo ensino-aprendizagem, como muito bem assinala MISKULIN (2001, p. 4):

A mediação do professor desempenha um papel determinante, na medida em que o professor cria as situações desafiantes; recorta esta situação em vários problemas intermediários que possibilitam aos alunos deslocarem-se muitas vezes do problema principal, olhando-o e percebendo-o, sob uma outra perspectiva, possibilitando-lhe a busca de novos caminhos, e a reavaliação constante de suas estratégias e objetivos, enfim, envolvendo-se, cada vez mais, no processo de construção do conhecimento.

Dos alunos, é também cobrada uma maior participação durante a realização das atividades da seqüência de ensino proposta. Eles devem ser permanentemente estimulados a observar e analisar o comportamento de diversas funções e estabelecer conjecturas acerca das suas propriedades, com ênfase para as atividades em grupos de trabalho, procurando trabalhar não só as dimensões lógico-matemáticas, mas também as suas habilidades e competências de verbalização e elaboração conceitual.

A aprendizagem de Matemática em ambientes informatizados é uma estratégia educativa em sintonia com a sociedade digital, na qual se valoriza sobremaneira a imagem e o movimento. Como foi apontado pelos sujeitos da pesquisa, em consonância com as nossas idéias e concepções “*a priori*”, a utilização de uma metodologia diferenciada na abordagem do tema “Funções: conceitos e propriedades” pode conduzir a uma reorganização do conteúdo e a uma busca por uma aprendizagem mais significativa.

Essa dinamização do processo de ensino-aprendizagem do conteúdo “Funções”, proporcionada pela adequada utilização de *softwares* de representações múltiplas, pode extrapolar os limites da sala de aula. O aluno que disponha de computador em casa, ou acesso ao Laboratório da Escola, pode tornar mais dinâmico o estudo desse tema, através da utilização, por exemplo, do micro-mundo dinâmico do *Graphmatica*. Assim, a aprendizagem do tema “Funções” perpassa a

execução de uma lista de exercícios baseados em exemplos prototípicos, podendo-se trabalhar com questões conceituais e abertas.

As observações dos sujeitos desta pesquisa, confrontadas com nossas visões, idéias e concepções, corrobora a hipótese inicial acerca da epistemologia das representações múltiplas como um novo caminho para o ensino-aprendizagem de funções. Dessa forma, o ensino-aprendizagem do tema “Funções: conceitos e propriedades” em ambientes informatizados, através da utilização de *softwares* de representações múltiplas, possibilita a coordenação entre as suas diferentes representações: gráfica, tabular e algébrica.

Esse micro-mundo dinâmico – o *software* de representações múltiplas – propicia e favorece o aspecto experimental da aprendizagem, em que os conceitos e propriedades das funções passam a ser exploradas e descobertas através de reflexões, conjecturas, visualização de múltiplas facetas e generalizações.

Assim, a observação e a análise das diferentes representações – gráfica, tabular e algébrica – dos conceitos e propriedades do tema “Funções”, bem como a exploração da coordenação entre essas diferentes representações pode conduzir a uma ressignificação/reelaboração do ensino-aprendizagem desse tema axial da Matemática.

Em relação aos obstáculos e dificuldades da utilização da seqüência didática no ensino-aprendizagem do tema “Funções: conceitos e propriedades”, os sujeitos da pesquisa salientaram a questão dos problemas logísticos relacionados com os programas de informatização das escolas públicas e particulares. No caso específico de Ouro Preto, as escolas estaduais possuem laboratório de informática que, na maioria delas, permanece fechado. Nessas escolas, os computadores funcionam como luxuosos “*acumuladores de poeira*”. Em nossa experiência como discente e docente na área de Educação Matemática, constatamos que em apenas uma das escolas estaduais de nossa cidade os professores e alunos têm algum tipo de acesso aos computadores, apesar de não serem utilizados como ferramentas didático-pedagógicas. Faz-se necessário um investimento na formação dos atuais e futuros professores de Matemática, como estamos procurando fazer ao longo do curso de Licenciatura em Matemática e Especialização em Educação Matemática na UFOP, de tal forma a ensejar-lhes experiências proveitosas de ensino-aprendizagem de conteúdos matemáticos em ambientes informatizados.

Queremos também colocar indicações de possíveis desdobramentos deste trabalho de pesquisa. Nesta fase atual, focamos a exploração das potencialidades didático-pedagógicas dos *softwares* de representações múltiplas no processo de ensino-aprendizagem do tema “Funções: conceitos e propriedades”, através da visão dos alunos da Especialização em Educação Matemática e dos graduandos do sétimo período da Licenciatura em Matemática da UFOP. Seria produtora a continuidade desta pesquisa, em sala de aula, com alunos do Ensino Médio ou com graduandos das disciplinas de Pré-Cálculo ou Cálculo I, do Curso de Matemática, de tal forma a investigarmos o impacto da utilização da epistemologia das representações múltiplas no estudo de funções, através da utilização de *softwares* gráficos ou como a utilização desses programas pode promover uma aprendizagem significativa do tema “Funções”.

Finalizando essas considerações, gostaríamos de ratificar a nossa convicção de que abordagem do tema “Funções: conceitos e propriedades” em ambientes informatizados, através da coordenação entre as suas múltiplas representações – gráfica, tabular e algébrica – configura-se como um novo caminho metodológico que focaliza a compreensão conceitual, com ênfase na visualização e na experimentação gráfica e numérica. Nessa linha de valorização da aprendizagem conceitual, encerramos este trabalho de pesquisa dando voz às idéias de PAIS (2001, p. 55):

O conceito é algo em permanente processo de devir, estamos sempre nos aproximando de sua objetividade, generalidade e universalidade, sem considerá-lo como entidade acabada, tal como concebido por uma visão platônica. O estado de devir explica a formação dos conceitos a partir da intenção de compreender o fenômeno da aprendizagem.

Referências Bibliográficas

ARTIGUE, M. Functions from the algebraic and graphic point of view: cognitive difficulties and teaching practices. In: HAREL, G.; DUBINSKY, E. (Org.) *The Concept of Function: Aspects of Epistemology and Pedagogy*. The Mathematical Association of América, MAA Notes, Volume 25, 1992, pp. 109-132.

BACHELARD, G. *O racionalismo aplicado*. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.

BOOTH, W.C., COLOMB, G.G. e WILLIAMS, J.M. *A arte da pesquisa*. Trad. Henrique A. Rego Monteiro. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

BORBA, M.C. *Calculadoras gráficas e Educação Matemática*. Rio de Janeiro: Mestrado em Educação Matemática da Universidade Santa Úrsula, 1999. (Reflexão em Educação Matemática, 6).

BORBA, M.C. "Tecnologias informáticas na Educação Matemática e reorganização do pensamento". In: BICUDO, M.A.V. (Org.). *Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: Editora UNESP, 1999, p. 285-95.

BORBA, M.C. *Students' Understanding of Transformation of Functions Using Multi-Representational Software*. Portugal: Associação dos Professores de Matemática de Portugal, 1995. (Doutorado em Educação Matemática – Cornell University).

BORBA, M.C., CONFREY, J. *A student's construction of transformations of functions in a multiple representational environment*. Educational Studies in Mathematics, n. 31, p. 319-37, 1996.

BORBA, M.C.; PENTEADO, M.G. *Informática e Educação Matemática*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2001 (Tendências em Educação Matemática, 2).

BORRÕES, M.L.C. *O Computador na Educação Matemática*. Lisboa, 1998. Disponível em: <<http://www.apm.pt/apm/borrao/matematica.PDF>>. Acesso em 11/03/2003.

BOYER, C.B. *História da Matemática*. Trad. Elza F. Gomide. 2.ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998.

CAJORI, F. *A History of Mathematical Notations*. New York: Dover Publications, 1993.

CÂNDIDO, S.L. Uma experiência sobre o ensino e a aprendizagem de funções. In: *Revista de Educação Matemática*. Ano 7, n.8, pp. 47-56. São Paulo: SBEM, 2000.

CARNEIRO, V.C. Reconstrução de conceitos: o uso de disparadores no estudo de Funções. In: *Revista Zetetiké*, Ano 3, n.3, pp. 105-112. Campinas (SP): 1995.

CASTRO, M.R.; FRANT, J.B.; LIMA, F.M. *Produção de significados, funções e representações sociais*. Rio de Janeiro: ANPED, 1998. Disponível em: <<http://www.anped.org.br/1923t.htm>>. Acesso em: 12.03.2003.

CYSNEIROS, P.G. *Novas tecnologias no cotidiano da escola*. Recife, 2000. Disponível em <<http://www.proinfo.mec.gov.br/biblioteca/textos/txtie8doc.pdf>>. Acesso em 13.02.2003.

CUNHA, A. G. *Dicionário Etimológico Nova Fronteira da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982.

D'AMBROSIO, U. *Educação Matemática: da teoria à prática*. Campinas, SP: Papirus, 1997. (Perspectivas em Educação Matemática)

DeMAROIS, P.; TALL, D. Facets and layers of the function concepts. In: *Proceedings of PME 20*, Valência, 1996, vol.2, pp. 297-304. Disponível em <<http://www.warwick.ac.uk/staff/David.Tall/pdfs/dot1996f-demarois-pme.pdf>>. Acesso em: 19.11.2002.

ECO, U. *Como se faz uma tese*. Trad. Gilson César Cardoso de Souza. 15.ed. São Paulo: Perspectiva, 2000.

EVES, H. *Introdução à História da Matemática*. Trad. Hygino H. Domingues. 2.ed. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 1997.

FAINGUELERNT, E. K. *Educação Matemática: representação e construção em Geometria*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.

FERREIRA, A.B.H. *Novo Dicionário da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1975.

FERREIRA, E. S. Entrevista concedida a Célia Carolina Pires. In: *Educação Matemática em Revista*. Rio de Janeiro, Número 11, Ano 8, dez. 2001, pp. 4-7.

GOLDENBERG, P.; LEWIS, P.; O'KEEFE, J.. Dynamic representations and development of a process understanding of function. In: HAREL, G.; DUBINSKY, E. (Org.) *The Concept of Function: Aspects of Epistemology and Pedagogy*. The Mathematical Association of América, MAA Notes, Volume 25, 1992, pp. 235-260.

GRACIAS, T.S.; BORBA, M.C. Calculadoras gráficas e funções quadráticas. In: BORBA, M.C. *Calculadoras gráficas e Educação Matemática*. Rio de Janeiro: Mestrado em Educação Matemática da Universidade Santa Úrsula, 1999. (Reflexão em Educação Matemática, 6).

GRANDE ENCICLOPÉDIA LAROUSSE CULTURAL. São Paulo: Nova Cultural, 1998.

GRAVINA, M.A.; SANTAROSA, L.M.. *A Aprendizagem da Matemática em Ambientes Informatizados*. Brasília: Anais IV Congresso RIBIE, 1998. Disponível em <<http://www.mat.ufrgs.br/~edumatec/artigos/a1.zip>>. Acesso em 14/04/2002.

GRAVINA, M.A. O quanto precisamos de tabelas na construção de gráficos de funções? In: *Revista do Professor de Matemática*. 17, pp. 27-34. Rio de Janeiro: SBM, 1998.

HAREL, G.; DUBINSKY, E. [org.] *The Concept of Function: aspects of Epistemology and Pedagogy*. The Mathematical Association of América, MAA Notes, Volume 25, 1992.

HERTZER, K. *Graphmatica*. Versão 2.0b. U.S.A, 2003. Copyright kSoft Inc., 2003. Disponível em <<http://www.pair.com/ksoft>> ou <<http://www.graphmatica.com>>. Acesso em 26.05.2003.

HERTZER, K.; MALACA, C. *Graphmatica*. Versão 2.0P. Copyright kSoft Inc., 1996. Disponível em <<http://www.angelfire.com/ca/cammac>>. Acesso em 21.05.2002.

IEZZI, G. et al. *Fundamentos de Matemática Elementar*. Vol. 3 (Trigonometria). 5. ed. São Paulo: Atual, 1981.

IEZZI, G.; MURAKAMI, C. *Fundamentos de Matemática Elementar*. Vol. 1 (Conjuntos, Funções). 4. ed. São Paulo: Atual, 1980.

LEITHOLD, L. *O Cálculo com Geometria Analítica*. Vol.1. Trad. Cyro de Carvalho Patarra. 3.ed. São Paulo: Harbra, 1994.

LEVY, P. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Trad. Carlos Irineu da Costa. 4.ed. São Paulo: 34, 1999.

LIMA, E. L. et al. *A Matemática do Ensino Médio*. Volume 1. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 2001 (Coleção do Professor de Matemática).

LUDKE, M.; ANDRÉ, M.E.D.A. *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.

MACHADO, A.C. *A aquisição do conceito de função: perfil de imagens produzidas pelos alunos*. Belo Horizonte: UFMG, 1998 (Dissertação de Mestrado).

MACHADO, N.J. *Epistemologia e didática: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente*. São Paulo: Cortez, 1996.

MISKULIN, R.G.S. *Softwares educacionais: ambientes computacionais utilizados no ensino*. Unicamp, SP: 2001. Disponível em <<http://www.cempem.fae.unicamp.br/lapemmec/softwares.htm>>. Acesso em 06.03.2001.

MORAN, J.M.; MASETTO, M.T. e BEHRENS, M.A. *Novas tecnologias e mediação pedagógica*. 2. ed. Campinas, SP: Papirus, 2000.

NIQUINI, D. P. *Informática na Educação: implicações didático-pedagógicas e Construção do conhecimento*. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 1996.

PAIS, L.C. *Educação escolar e as tecnologias da informática*. Belo Horizonte: Autêntica, 2002 (Trajetória, 8).

PAIS, L.C. *Didática da Matemática: uma análise da influência francesa*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001 (Tendências em Educação Matemática, 3).

PAPERT, S. *Logo: computadores e educação*. Rio de Janeiro: Brasiliense, 1988.

PENTEADO, M.G. "Novos atores, novos cenários: discutindo a inserção dos computadores na profissão docente". In: BICUDO, M.A.V. (Org.). *Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo: Editora UNESP, 1999, p. 297-313.

PENTEADO, M.G.; BORBA, M.C. (Org.) *A informática em ação: formação de Professores, pesquisa e extensão*. São Paulo: Olho D'Água, 2000.

PENTEADO, M.G.; BORBA, M.C.; GRACIAS, T.A.S. "Informática como veículo para mudança". In: *Revista Zetetiké*, v. 6, n. 10, pp. 77-86, jul./dez. 1998.

PERRENOUD, P. *Dez novas competências para ensinar*. Trad. Patrícia Chittoni Ramos. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

RUDIO, F. V. *Introdução ao projeto de pesquisa científica*. Petrópolis: Vozes, 1986.

SANDHOLTZ, J.H., RINGSTAFF, C.; DWYER, D.C. *Ensinando com tecnologia: criando salas de aula centradas nos alunos*. Trad. Marcos Antônio Guirado Domingues. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

SANTOS, S. A. *Projeto PROIN/98: Laboratório de Apoio ao Ensino de Graduação – Cálculo com Aplicações/PAEG na Internet*. Campinas, SP. Março/2000. Disponível em <<http://www.ime.unicamp.br/~calculo/mostra/professores/paeg/historico.html>>. Acesso em 19/05/2002.

SCHWARTZ, J.; YERUSHALMY, M. Getting students to function in and with álgebra. In: HAREL, G.; DUBINSKY, E. (Org.) *The Concept of Function: Aspects of Epistemology and Pedagogy*. The Mathematical Association of América, MAA Notes, Volume 25, 1992, pp. 261-289.

SILVA, M. L. da (Org.) *Novas tecnologias: educação e sociedade na era da informação*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

SMITH, D.E. *History of Mathematics*. New York: Dover Publications, 1958.

SOUZA, T.A. *Calculadoras gráficas: uma proposta didático-pedagógica para o tema funções quadráticas*. Portugal: Associação dos Professores de Matemática de Portugal, 1997. (Mestrado em Educação Matemática – Universidade Estadual Paulista).

SOUZA JÚNIOR, A.J. *Trabalho coletivo na universidade: trajetória de um grupo no processo de ensinar e aprender cálculo diferencial e integral*. Campinas: Faculdade de Educação/UNICAMP, 2000. (Tese de doutorado)

STEWART, J.. *Cálculo*. Vol. 1 Trad. Cyro C. Patarra et al. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

VALENTE, J.A. *Computadores e conhecimento*. Campinas, SP: Unicamp, 1998.

VALENTE, W. Educação Matemática e Política: a escolarização do conceito de função no Brasil. In: *Educação Matemática em revista*, SBEM. Ano 9, n. 12, jun.2002, pp. 16-20.

ZUFFI, E.M. Alguns aspectos do desenvolvimento histórico do conceito de função. In: *Educação Matemática em revista*. SBEM. Ano 8, n.9/10, abril 2001, p. 10-16.

0710RE EXPLORANDO O CABRI-GÉOMÈTRE

Eduardo Alves

Juliana Cordeiro

Renata Rodrigues

Tatiane Reis¹

RESUMO

O Cabri-Géomètre é um software de construção geométrica desenvolvido pelo Institut d'Informatique et de Mathematiques Appliquees em Grenoble (IMAG). É um software de construção que nos oferece “régua e compasso eletrônicos”, sendo a interface de menus de construção em linguagem clássica da Geometria. Uma vez construídas, as figuras podem se movimentar conservando as propriedades que lhes haviam sido atribuídas.

Nossa pesquisa buscou explorar a aplicação desse software no ensino superior com as funções elementares e o Cálculo Diferencial Integral, utilizando e usando como base os pressupostos de dois matemáticos espanhóis. José Antônio Mora (professor da I.E.S Sant Blai, Alicante) e Onofre Monzó (professor da I.E.S de Paiporta, Valência), que realizaram um estudo da utilização do Cabri no curso universitário. Sabendo-se que o Cálculo caminha junto com a Geometria Analítica e Plana, podemos utilizar o software Cabri, uma vez que ele estabelece pontos de conexão entre as idéias algébricas e gráficas através da geometria.

O Cabri-Géomètre aborda o significado geométrico dado ao conceito de derivada e integral definida. Partindo desse pressuposto, desenvolvemos, então, uma série de procedimentos para realização dos gráficos, que através de instruções passo a passo, exija do aluno tão somente seus conhecimentos matemáticos para realização das construções.

¹ Alunos da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

0711RE A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE MATLAB NO ENSINO DE CÁLCULO I: UMA EXPERIÊNCIA NO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DO UNIBH

Paulo Alexandre Oliveira¹

Welligton Marzano Resende²

Frederico da Silva Reis (orientador)

RESUMO

Este trabalho é um resultado inicial de um Projeto de Iniciação Científica desenvolvido pelos autores no Centro Universitário de Belo Horizonte que visa discutir os limites e as possibilidades da utilização de softwares educacionais no ensino de Cálculo Diferencial e Integral, especificamente no Curso de Licenciatura em Matemática.

Inicialmente, detivemo-nos em elaborar um breve referencial teórico-bibliográfico referente à utilização de novas tecnologias em Educação Matemática, com o objetivo de investigar experiências anteriores que foram realizadas em outras Instituições de Ensino Superior, tais como UNICAMP e UNESP, dentre outras.

Durante este 2º semestre letivo de 2003, estamos elaborando uma sequência didático-pedagógica de atividades com a utilização do software MATLAB, relativas a tópicos específicos do Cálculo Diferencial e Integral I, destacadamente: Funções reais de uma variável; Limites e Continuidade; Derivadas e aplicações. Esta sequência está sendo implementada no Laboratório de Informática do UNIBH, por grupos de alunos do 3º período do Curso de Licenciatura em Matemática, dos turnos diurno e noturno.

Na fase de conclusão do projeto, prevista para o início de 2004, intentaremos levantar um conjunto de propostas que possam desencadear / iniciar um amplo Projeto Institucional de Ensino-Aprendizagem de Cálculo com a utilização de Tecnologias Informáticas.

¹ – Aluno do Curso de Licenciatura em Matemática / UNIBH

² – Aluno do Curso de Licenciatura em Matemática / UNIBH

0712RE A PRESENÇA DOS MEIOS TECNOLÓGICOS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA: CARACTERIZAÇÃO DA REALIDADE TECNOLÓGICA DAS ESCOLAS DA 3^o E 4^o CICLOS DO ENSINO FUNDAMENTAL (5^o A 8^o) PUBLICAS E PARTICULARES DA CIDADE DE BELO HORIZONTE.

Eliane Scheid Gazire¹

Wagner Lannes²

Wellington José da Cunha³

Maria Cristina Rotsen de Melo⁴

Denise Alves de Araújo⁵

Wagner Ahrmed Auarek⁶

RESUMO

Em função do desenvolvimento da tecnologia na área educacional muitas experiências têm sido implementadas nas escolas. Entretanto,

Não se sabe como esta implementação está sendo utilizada pelo professor de Matemática na sala de aula e quais as implicações em termos de Educação Matemática. Sendo assim esta pesquisa tentou situar o estado da arte neste contexto.

O projeto de pesquisa foi então dividido em dois subprojetos. No subprojeto 1 "Caracterização da realidade tecnológica das escolas de 3^o e 4^o Ciclos do Ensino Fundamental (5^o a 8^o séries) das Escolas Públicas e Particulares de Belo Horizonte", o nosso objetivo foi mapear as escolas de Belo Horizonte, tentando investigar o tipo de tecnologia nelas existentes.

¹ Doutora egazire@terra.com.br

² Mestre wlannes@acad.unibh.br

³ Mestre welljc@unibh.br

⁴ Mestre crotsen@uai.com.br

⁵ Mestre deniseaaraujo@hotmail.com

⁶ Mestre wagnerauarek@ig.com.br

0713CC A PRESENÇA DOS MEIOS TECNOLÓGICOS NO ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA: PROFESSORES DE MATEMÁTICA DAS ESCOLAS DE 3^o E 4^o CICLOS DO ENSINO FUNDAMENTAL (5^o A 8^o SÉRIES) PÚBLICAS E PARTICULARES DE BELO HORIZONTE USANDO TECNOLOGIA: QUANDO E COMO?

Eliane Scheid Gazire¹

Denise Alves de Araújo²

Maria Cristina Rotsen³

Wagner Lannes⁴

Wagner Auarek⁵

Wellington José da Cunha⁶

RESUMO

Este trabalho é uma continuidade da pesquisa realizada no subprojeto: "Caracterização da Realidade tecnológica das escolas do 3^o e 4^o Ciclos do Ensino Fundamental (5^o a 8^o séries) Públicas e Particulares da Cidade de Belo Horizonte" concluída em 2002 e que tinha como objetivo verificar a disponibilidade de recursos tecnológicos nas escolas e a existência de algum projeto para utilização destes na sala de aula.

O objetivo dessa pesquisa foi verificar junto às escolas que declararam na 1^o fase ter projeto visando o uso da tecnologia na sala de aula, como os professores de matemática estão lidando com as novas tecnologias na escola.

Palavras chave: Tecnologia, professores de Matemática, sala de aula, laboratório de Matemática

¹ Mestre em Educação Matemática, UNESP, Rio Claro. Doutora em Educação, UNICAMP

² Mestre em Educação FAE - UFMG

³ Mestre em Matemática ICEx - UFMG

⁴ Mestre em Matemática ICEx - UFMG

⁵ Mestre em Educação FAE - UFMG

⁶ Mestre em Estatística ICEx - UFMG

Professores Pesquisadores do UI-BH – Belo Horizonte - MG

1. Introdução

Dando continuidade ao subprojeto 1: “Caracterização da Realidade Tecnológica das Escolas de 3º e 4º Ciclos do Ensino Fundamental (5ª a 8ª séries) Públicas e Particulares da Cidade de Belo Horizonte” voltamos as escolas para pesquisar a utilização da tecnologia pelo professor de Matemática.

Partindo da pesquisa de campo, onde contamos com a participação de alunos do curso de licenciatura em Matemática colocamos o nosso olhar no cotidiano do professor de Matemática.

2. A Pesquisa

Atingimos nesta pesquisa 118 descolas de Belo Horizonte⁷ nas quais 277 professores foram entrevistados. A distribuição dos professores nas escolas, tendo em vista a rede em que a escola se enquadra é apresentada a seguir.

Tabela 1

Professores entrevistados por rede de ensino			
REDE	Nº de escolas	Nº professores	Percentual sobre o total de professores entrevistados
Municipal	36	96	34,66
Estadual	40	91	32,85
Federal	01	02	0,72
Particular	41	88	31,77
TOTAL	118	277	100

Foram entrevistados, no máximo, cinco professores em cada escola. O número de participantes foi maior na rede municipal (média de 2,67 professores por escola).

⁷ Todas as escolas visitadas possuem o 2º segmento do Ensino Fundamental (5ª a 8ª séries)

Na rede particular, que participou com o maior número absoluto de escolas, o envolvimento dos professores com a pesquisa foi menor.

O instrumento utilizado para a pesquisa foi o questionário⁸ elaborado com o intuito de verificar como os professores utilizam recursos tecnológicos (especialmente computadores) em suas aulas e qual a relação deste uso com os projetos ligados à tecnologia existente nas escolas. Além disso, procurou-se traçar um perfil dos professores no que diz respeito à formação acadêmica, a formação específica para o uso das tecnologias e as condições de trabalho.

2.1 A Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada no segundo semestre de 2002 pelos alunos do 1º período do curso de licenciatura em Matemática⁹ do Centro Universitário de Belo Horizonte. Esses alunos foram orientados durante um mês para aplicação dos questionários nas escolas. Discutiram e analisaram toda a orientação escrita¹⁰ bem como estudaram detalhadamente o instrumento de pesquisa. Cada grupo de 4 a 5 alunos visitou oito escolas onde entrevistou os professores de Matemática. Além, de aplicar o questionário, cada grupo de alunos elaborou um relatório crítico sobre a realização da pesquisa na escola.

3. Análise dos Resultados

3.1 Sobre a formação dos professores

A tabela abaixo apresenta a relação entre o número de professores e o tempo decorrido desde a conclusão do Ensino Superior:

Tabela 2

Distribuição Percentual dos Professores em Relação ao Tempo de Conclusão do Ensino Superior	
Não concluiu	1,08 %
Concluiu a 1 ano	3,25 %
Concluiu a mais de 1 e menos de 5 anos	22,38 %
Concluiu a mais de 5 e menos de 10 anos	17,33 %

⁸ Anexo 1

⁹ A coleta de dados foi uma atividade da disciplina "Tópicos Especiais" coordenada pela professora Eliane Scheid Gazire.

¹⁰ Anexo 2

Concluiu a mais de 10 e menos de 15 anos	14,80 %
Concluiu a mais de 15 anos	40,79 %

A maioria dos professores participantes da pesquisa cursaram o Ensino Superior em instituições privadas (71,84 %). A seguir veremos dados que indicam as redes onde estão trabalhando tais professores.

Tabela 3

Distribuição de Professores Formados em Instituições Privadas por Redes de Ensino Fundamental		
Rede	Nº de Professores	Percentual
Municipal	59	30,26%
Estadual	76	38,97%
Particular	58	29,74%
Federal	2	1,03%
TOTAL	195	100%

Nessa amostra é preponderante a presença de professores formados na rede particular de Ensino Superior atuando na rede estadual. Tal número se torna mais significativo, levando em consideração que a maioria dos professores entrevistados não são dessa rede.

Em contrapartida, dentre os entrevistados graduados em instituições públicas de Ensino Superior, o maior índice ocorre na rede municipal como mostra os dados abaixo.

Tabela 4

Distribuição de Professores Formados em Instituições Públicas por Redes de Ensino Fundamental		
Rede	Nº de Professores	Percentual
Municipal	37	45,68%
Estadual	12	14,81%
Particular	32	39,51%

Federal	0	0%
TOTAL	81	100%

No que diz respeito ao nível atual de formação dos professores, observou-se uma maior incidência na Licenciatura em Matemática, seguida de Especialização em Matemática, como podemos verificar nos dados a seguir.

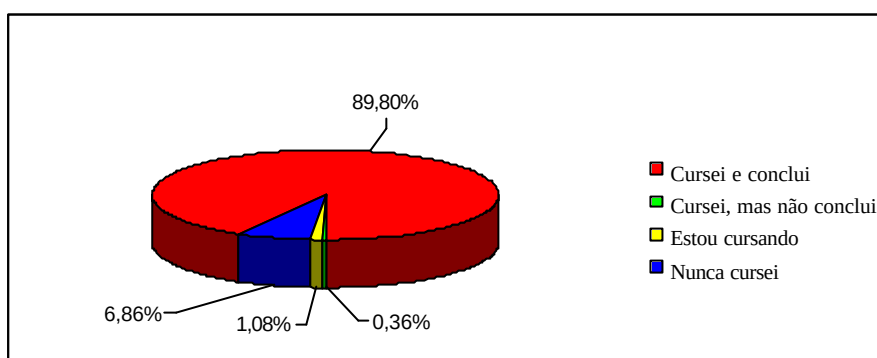


Gráfico 1: Licenciatura em Matemática

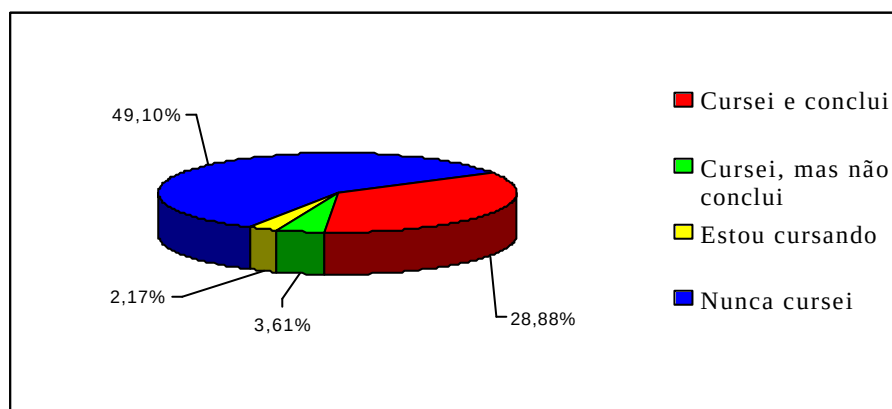


Gráfico 2: Especialização em Matemática

Nas outras alternativas, destacou-se o grande número de professores que afirmaram nunca ter cursado ou estar cursando o mestrado ou o doutorado. Em relação ao mais alto nível de escolaridade completo obtido pelos professores, os dados indicam que 57,04 % concluíram o Ensino Superior, 39,35 % alguma especialização e 2,89 %, mestrado.

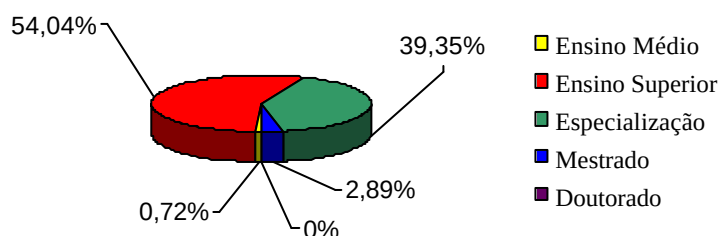


Gráfico 3: Nível de Escolaridade

A tabela abaixo apresenta a distribuição de professores em cada rede de acordo com a sua formação. Os percentuais foram calculados em relação ao número de professores em cada rede.

Tabela 5

Número de Professores por Rede										
	Ensino Médio		Ensino superior		Especialização		Mestrado		Doutorado	
Rede municipal	—	—	55	57,29%	36	37,5%	4	4,17%	—	—
Rede estadual	1	1,10%	46	50,55%	43	47,25%	2	2,20%	—	—
Rede federal	—	—	—	—	2	100%	—	—	—	—
Rede particular	1	1,10%	57	64,77%	28	31,82%	2	2,27%	—	—
Totais	2	0,72%	158	57,04%	109	39,35%	8	2,89%	—	—

Nota-se que a maioria dos professores entrevistados não fizeram nenhum tipo de pós-graduação. O percentual de especialistas é maior na rede pública, especialmente na rede estadual. Esse fato pode ser influência do plano de carreira das redes públicas e da forma de ingresso nessas instituições, que valoriza esse tipo de formação. Segundo o Estatuto dos profissionais da Educação Pública do

estado de Minas Gerais¹¹, a Rede Estadual de Educação possui um plano de carreira no qual a ascensão (inclusive salarial) é beneficiada pela obtenção de uma titulação superior. Além disso, no concurso para ingresso de professores nessa rede utiliza-se a titulação dos candidatos para o processo de classificação.

É interessante ainda apontar algumas observações: dos professores que têm o Ensino Superior como o maior nível de escolaridade, a maior concentração está na classe dos que o concluíram há mais de 15 anos. São 62 professores, dos quais 30 atuam na rede particular, 20 da municipal e 12 da estadual. Com relação aos professores que têm a especialização como o maior nível de escolaridade, a maior concentração está na mesma classe acima. Dos 45 professores desta classe, 18 são da rede municipal, 15 da estadual e 12 da particular.

A fim de obter maiores informações sobre a formação dos professores, procuramos observar o envolvimento dos professores em atividades acadêmicas de atualização. Foram feitas 90 citações de fontes de leitura (revistas ou livros que tratam de Tecnologia e Educação). A mais citada foi a revista Nova Escola (19 citações), seguida da Revista do Professor de Matemática (8 citações). Algumas das revistas mencionadas não são especificamente de Educação ou Tecnologia. Por exemplo, as revistas *Super Interessante*, *Galileu*, *Isto é*, dentre outras.

3.2 Sobre as condições de trabalho

Quanto aos encargos didáticos assumidos por cada professor, o turno da noite é o que apresenta o menor percentual de docentes (27,80%). Apresentamos abaixo a percentagem dos professores em cada uma das faixas do número de horas-aula indicadas.

Tabela 6

Horas-aula por semana	
Até 10 horas-aula	3,6 %
De 11 até 20 horas-aula	27,44 %
De 21 até 30 horas-	16,61 %

¹¹ O estatuto pode ser consultado na página www.educacao.mg.gov.br

aula	
De 31 até 40 horas-aula	27,08 %
Mais de 40 horas-aula	23,10 %

Podemos observar que mais de 50% dos professores tem carga didática superior a 30 horas-aula e, curiosamente, o local onde o professor mais usa o computador é na sua casa e não na escola, onde ele passa a maior do tempo (ver tabela a seguir).

Tabela 7

Local principal de utilização do computador	Nº de professores
Em casa	196
Na escola visitada	25
Em outra escola	19
Na faculdade ou universidade onde estuda	7
Em nenhum desses lugares	16

3.3 Sobre a tecnologia na escola

Avaliamos os recursos tecnológicos e os respectivos ambientes disponíveis na escola para a elaboração e execução de um projeto visando usá-los no processo de ensino-aprendizagem da escola. Observamos que 51,26% dos professores afirmam que tanto os professores quanto os alunos utilizam o laboratório de informática. A não utilização do laboratório ocorre mais entre os professores (40,79%) do que entre os alunos (36,46%). O suporte técnico para o uso do computador com técnicos específicos está presente para 48,38% dos professores entrevistados. Em relação à Internet, 36,46% indicam a não existência deste acesso naquela escola, 12,27% afirmam que a sua escola tem acesso à Internet via cabo e 42,24% acessam por linha telefônica.

Tendo este quadro moldado nas escolas, procuramos conhecer a existência e a viabilidade de execução de um projeto didático-pedagógico utilizando tecnologia. Das 118 escolas pesquisadas, apenas em 50 delas pelo menos um professor afirmou existir algum projeto ligado ao uso de tecnologias. Essas escolas envolvem 122 dos professores entrevistados. Cabe ressaltar que na 1ª fase desta pesquisa em todas essas escolas afirmou-se a existência de projeto dessa natureza. Entretanto naquela fase, a coleta de dados foi feita por meio de um questionário respondido por diretores, vice-diretores ou coordenadores. Nessa segunda etapa os questionários foram respondidos por professores. Assim, verifica-se que na maioria dessas escolas os professores desconhecem o projeto que a direção afirma existir. Desse total de 50 escolas, verificou-se que em apenas 18, pelo menos um professor afirmou conhecer bem o projeto. Parte desse desconhecimento dos professores pode ser explicado pelos dados expressos na tabela abaixo que mostram a preponderância da participação da direção na elaboração do projeto, segundo os 122 professores entrevistados

Tabela 8

Projetos por Escola	
Participação no projeto	No de escolas¹²
Direção	49
Coordenação	20
Consultoria externa	25
Professores de outras disciplinas	30
Professores de informática	27
Professores de Matemática	30

¹² Essas escolas são aquelas em que pelo menos um professor afirmou a participação especificada em cada linha.

Analisando em cada rede de ensino, a tabela abaixo indica o número de escolas nas quais houve pelo menos uma citação de cada participação especificada na elaboração do projeto em cada rede.

Tabela 9

Participação em Projetos				
	Direção	Direção e coordenação	Coordenação	Professores de Matemática
Municipal (10 escolas)	8	2	2	2
Estadual (15 escolas)	10	0	1	4
Federal (1 escola)	0	1	0	0
Particular (21 escolas)	11	6	7	8
TOTAL	19	9	10	14

A pesquisa revelou que dentre as 50 escolas que afirmam ter projeto, em 31 delas não foi citada a participação de professores. Pode-se observar na tabela acima que em apenas 14 escolas houve participação de professores de Matemática na elaboração do projeto.

Visando conhecer a interação do professor com as ferramentas tecnológicas para a execução de um projeto, levantamos os seguintes dados:

Tabela 10

Recursos Tecnológicos e sua Utilização				
Recurso tecnológico	Sim, uso	Não utilizo, pois a escola não tem, mas julgo necessário	Não utilizo, pois não julgo necessário	Não utilizo, pois não passei por treinamento
Calculadora	72,20%	12,27%	4,68%	3,61%
Computador	48,01%	18,77%	8,66%	12,27%

Internet	31,77%	28,88%	12,64%	12,64%
----------	--------	--------	--------	--------

As diversas finalidades do uso da calculadora, segundo os professores entrevistados, são descritas no gráfico a seguir:

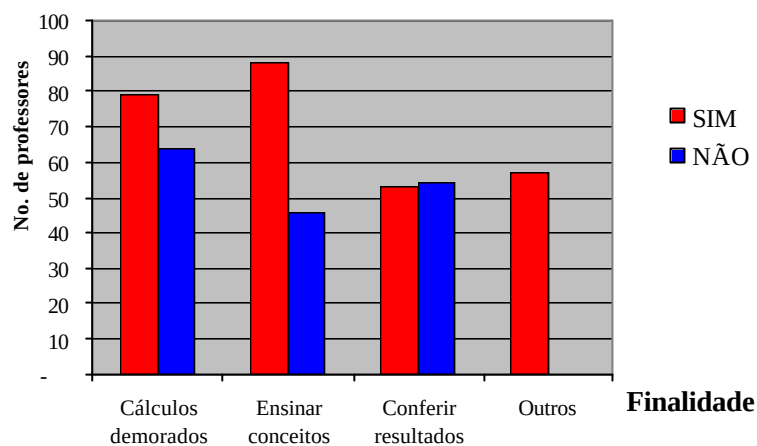


Gráfico 4: Utilização da calculadora em sala de aula

No caso dos computadores, identificamos a seguir as principais finalidades para o seu uso segundo os professores.

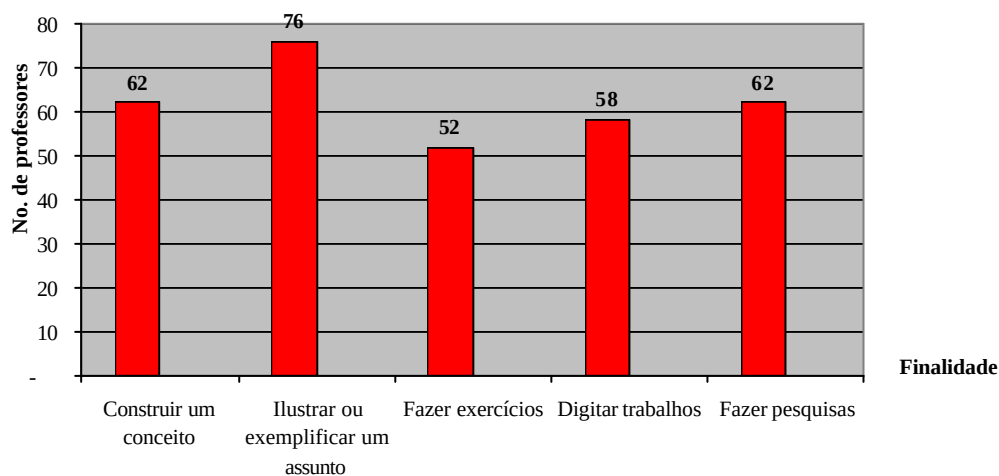


Gráfico 5: Utilização do computador em sala de aula

Das escolas que tem projeto (122 professores) os computadores tem sido usados para várias tarefas como mostra a tabela abaixo:

Tabela 11

Utilização do Computador por Tarefas	
Construir um conceito	43
Ilustrar ou exemplificar um assunto	52
Fazer exercícios	40
Fazer pesquisas	30
Digitar trabalhos	25

Observe que, independente da existência ou não de um projeto, a maior parte dos professores afirmam usar o computador para ilustrar ou exemplificar um assunto. Esta coincidência não ocorre com as situações de menor uso desse equipamento: no geral, o menor uso é para fazer exercícios e entre as escolas que têm projeto, o menor uso é para a digitação.

Dentre os diversos recursos possíveis para o uso do computador na escola, apresentamos algumas ferramentas disponíveis para que os professores expressassem o uso ou não das mesmas e obtivemos os dados expressos na tabela a seguir.

Tabela 12

Utilização das ferramentas tecnológicas					
Ferramenta	Uso para preparar aula	Uso com os alunos	Não, a escola não tem, mas acho necessário	Não, pois não acho necessário	Não, pois não passei por treinamento ou não conheço
Banco de dados	36	07	36	38	81
Editor de textos	148	32	19	11	23
Ferramentas de Internet	76	25	50	26	40

Linguagens de programação	17	08	32	44	100
Planilha eletrônica	101	26	25	22	44
Programas para apresentação	82	25	28	23	59
Programas para desenho	58	21	24	35	75
Programas para multimídia	15	13	33	30	112
Software específico de Matemática	47	29	50	18	78

O editor de texto é mais usado com alunos de escolas particulares, onde 16 professores afirmaram usá-lo, em seguida os municipais (9) e estaduais (7). Além disso, 148 professores usam o editor de texto para preparar aula: 50% da rede federal, 39,56% da rede estadual, 64,77% da rede particular e 56,25% da rede municipal. É o item que conta com maior participação do professor para a atividade de ensino-aprendizagem, o que parece estranho tendo em vista que os professores usam o computador mais para construir conceitos. O item mais desconhecido pelos professores é o de recursos de multimídia (122 professores), seguido do de linguagem de programação (100 professores).

Em relação a software específicos de Matemática, a maioria (78) não conhecem ou não foram treinados.

Analisando por rede, observamos que estes software são mais usados percentualmente para preparar aula na rede particular. No item “preparar aula” dentre as redes públicas o maior uso se dá na rede municipal¹³. A maior porcentagem dos professores que afirmam que “não têm na escola e não é necessário” (12,5%) ocorre na rede particular. Entre aqueles que não conhecem, o maior índice acontece na rede municipal (42,71%). Na rede particular ocorre uma situação curiosa: embora ali esteja a maioria dos professores que afirmam que não

¹³ A rede federal não foi considerada por serem apenas 2 professores.

tem o recurso na escola e que não é necessário, nessa rede ocorre a segunda maior concentração de professores que desconhecem o recurso.

4. Algumas Considerações

Foi objetivo dessa pesquisa tentar iniciar uma discussão de como está sendo o olhar do professor de Matemática do Ensino Fundamental de 5ª a 8ª séries para o uso de tecnologia na escola.

Com os dados levantados explicitamos a grande dificuldade existente para que as escolas e professores incorporem a tecnologia no seu cotidiano pedagógico como coloca Lévy(1993):

“É certo que a escola é uma instituição que a cinco mil anos se baseia no falar/citar do mestre, na escrita manuscrita do aluno, há quatro séculos, em uso moderado de impressão. Uma verdadeira integração da informática (como do audiovisual) supõe portanto o abandono de um hábito antropológico mais que milenar, o que não pode ser feito em alguns anos.”

Destaca-se portanto a necessidade e importância de uma alfabetização tecnológica para que os professores comecem a construir um novo olhar para as questões da tecnologia na sala de aula. Portanto a absorção das tecnologias eletrônicas deve ser gradual e inteligente.

Na 3ª fase da pesquisa estamos analisando todo o material de registro dos alunos que foram as escolas. A partir dessa análise será feito o relatório final, integrando as três fases da pesquisa.

COMUNICAÇÕES CIENTÍFICAS E RELATOS DE EXPERIÊNCIA

TEMA 08 ETNOMATEMÁTICA

0801CC ETNOMATEMÁTICA: SUA TRAJETÓRIA, SEUS OBSTÁCULOS E SUA HISTÓRIA!

Caroline Mendes dos Passos¹

Roseli de Alvarenga Corrêa (orientadora)²

RESUMO:

O presente trabalho consiste em uma pesquisa teórica sobre uma das linhas em Educação Matemática que, nos últimos anos, vem conseguindo ocupar um importante espaço no âmbito acadêmico: a Etnomatemática.

Essa investigação consistiu, primeiramente, em um estudo sobre as origens da Etnomatemática destacando o surgimento do termo e enfatizando a relação entre a Etnomatemática e a história da Matemática ao longo do tempo. Uma outra questão apontada relaciona-se à definição do termo através da explicitação das idéias de diversos autores pesquisados e, principalmente, da realização de um paralelo entre elas.

Em seguida, relacionando as diferentes opiniões dos pesquisadores para a Etnomatemática, estabelecemos alguma relação entre o tipo pesquisa de campo e a forma pela qual o pesquisador entende a Etnomatemática. Também explicitamos algumas visões e opiniões dadas pelos críticos a essa linha de pesquisa.

Considero uma investigação desse tipo de suma importância para futuros pesquisadores em Etnomatemática no sentido de contribuir com a difusão dessa nova e promissora linha de pesquisa da Educação Matemática.

¹ Especialista em Educação Matemática pela Universidade Federal de Ouro Preto

² Doutora em Educação Matemática pela UNICAMP – Docente da UFOP

Introdução

O presente trabalho consiste em uma pesquisa teórica sobre uma das linhas em Educação Matemática que, nos últimos anos, vem conseguindo ocupar um importante espaço no âmbito acadêmico. O pesquisador brasileiro Ubiratan D'Ambrosio foi o primeiro a utilizar o termo Etnomatemática para designar, em suma, as artes ou técnicas que determinadas culturas utilizam para entender e explicar a realidade, ou seja, a Matemática dessas culturas.

A Etnomatemática que, como será visto mais à frente, vêm se idealizando desde a década de 70, possui inúmeros pesquisadores espalhados por todo o mundo. Muitos dele acreditam ser esta uma das soluções para alguns dos problemas que afetam a qualidade do ensino da Matemática nas escolas e, existem também, aqueles que criticam esta linha de pesquisa.

O fato da Etnomatemática ser idealizada por um brasileiro foi fator relevante na escolha do tema desta monografia, além da existência de um interesse pessoal pelo assunto, que se manifestou através da realização de atividades de extensão durante o curso de Licenciatura em Matemática.

Essa investigação teve a preocupação de levantar questões sobre o assunto e, nessa trajetória fez-se, primeiramente, um estudo sobre as origens da Etnomatemática. Esse estudo, além de destacar o surgimento do termo, também enfatiza a relação entre a Etnomatemática e a história da Matemática ao longo do tempo. Com isso, pode-se estabelecer a necessidade ou o desenvolvimento das idéias Etnomatemáticas bem como a forma pela qual se deu seu reconhecimento no cenário internacional.

Uma outra questão apontada relaciona-se à definição do termo que, segundo os estudos realizados, a cada novo estudo, pesquisas sugerem novas tentativas de conceituação. Nesse capítulo, além de explicitar as diversas opiniões dos pesquisadores na área, fez-se um paralelo entre elas.

Relacionando os diferentes olhares dos pesquisadores para a Etnomatemática, conseguimos estabelecer uma importante relação entre o tipo de pesquisa realizado e a forma pela qual o estudioso “vê” as idéias Etnomatemáticas.

No último capítulo, foram explicitadas as visões e opiniões dadas pelos críticos à Etnomatemática, traçando, também, paralelos entre as diversas opiniões encontradas nos estudos realizados. Procuramos relacionar as diferentes idéias bem como a contraposição das mesmas com algumas idéias colocadas nos capítulos anteriores. Com isso, pudemos estabelecer e exemplificar situações apontadas pelos críticos em seus estudos.

Considero que uma investigação desse tipo é de suma importância para futuros pesquisadores em Etnomatemática, principalmente pelo fato de, neste estudo, ter havido uma grande preocupação em explicitar as diferentes idéias e compará-las, possibilitando uma visão ampla e sucinta do assunto. Também consta dos objetivos da pesquisadora aprofundar em questões apontadas nesta monografia, para que, futuramente, possamos analisar um maior número de pesquisas relacionadas à Etnomatemática e, também, para contribuir com a difusão dessa nova e promissora linha de pesquisa da Educação Matemática.

1 - Origens da Etnomatemática

Etnomatemática. Hoje existem várias abordagens sobre esse tema, além das várias concepções dos diversos pesquisadores na área. Mas, ao versar sobre as origens da Etnomatemática, não podemos deixar de recorrer ao grande precursor do tema: Ubiratan D'Ambrosio.

Antes de apresentar suas idéias sobre a Etnomatemática, faremos um rápido retorno à década de 70, mais precisamente em 1970, quando o pesquisador foi convidado pela UNESCO para ser consultor de um projeto piloto desenvolvido no serviço de pós-graduação da República do Mali, na África. Esse projeto, denominado "Centre Pédagogique Supérieur de Bamako", previa a formação especializada de doutores em diversas áreas onde, dentre elas, incluía-se a Matemática (D'Ambrosio, 1997a:2). Este se constituiu em um dos mais bem sucedidos programas de educação em países em desenvolvimento e as atividades desenvolvidas pelo CPS propiciaram uma instigante atmosfera interdisciplinar, uma vez que as defesas de teses contavam com a presença de professores universitários de todo o mundo, possibilitando, assim, a formação de quadros para universidades emergentes de países do Terceiro Mundo. Com isso, inúmeras faculdades, das mais variadas partes

do mundo, passaram a convidar Ubiratan D'Ambrosio para proferir conferências sobre as relações entre Desenvolvimento e Educação.

Quanto ao termo Etnomatemática, ele foi utilizado por D'Ambrosio pela primeira vez em 1975. Mas foi em uma conferência apresentada no 3º Congresso Internacional de Educação Matemática (ICME 3), realizado em Karlsruhe, na Alemanha em 1976 que o educador expôs as principais idéias do Programa Etnomatemática, enfocado principalmente na crítica sócio-cultural da Matemática Ocidental (D'Ambrosio, 1997a: 02).

Segundo a pesquisadora Gelsa Knijnik (1996), neste Congresso iniciou-se um processo de “abertura”, possibilitando que a Educação Matemática, que vinha sendo produzida em outros países que não os europeus e da América do Norte, ganhasse certa visibilidade. A partir de então, alguns pesquisadores tomaram conhecimento dessa nova linha de pesquisa que, em breve, se tornaria presente em diversos países do mundo.

O termo Etnomatemática não foi criado por D'Ambrosio, mas, segundo o autor, o trabalho em ambientes culturais diferentes ocasionou a formação de uma concepção mais abrangente de Matemática em sua mente e, nesse momento, o termo Etnomatemática revelou ser adequado para expressar sua ampla concepção (D'Ambrosio, 1997a: 02).

Na verdade, o (re) conhecimento da Etnomatemática no cenário internacional se efetivou no 5º Congresso Internacional de Educação Matemática (ICME 5), realizado em Adelaide na Austrália, em 1984 (Knijnik, 1996: 22). Nesse congresso houve uma mudança radical nas perspectivas para a Educação Matemática. Em sua conferência inaugural, Ubiratan D'Ambrosio discute sobre fatores educacionais presentes nos países periféricos e, uma vez que a Matemática, conectada a fatores reais, já era tendência internacional, ele apresentava as idéias envolvidas na Etnomatemática a partir de uma análise crítica do que vinha sendo entendido como “solução de problemas”, “Matemática aplicada” e “Matemática utilitária”. Além disso, fez-se uma conexão entre Etnomatemática, História Social da Matemática e Antropologia Matemática (Knijnik, 1996: 23), estabelecendo, a partir de então, uma forte ligação entre a Etnomatemática e a História Social da Matemática.

Dois anos após o ICME 5, em 1986, foi criado o Grupo Internacional de Estudo em Etnomatemática (IGSEm), agregando pesquisadores educacionais de todo o mundo que estavam envolvidos nessa nova área de conhecimento e, da mesma forma, pensando em como utilizá-la no contexto escolar (Sebastiani Ferreira, 1997:14). Com ampla participação internacional, o IGSEm passou a encorajar, reconhecer e divulgar pesquisas em Etnomatemática e, para isso, é publicado periodicamente um boletim (IGSEm Newsletter) contendo resenhas de trabalhos e livros, relatórios de pesquisa, notícias de eventos, sugestões metodológicas e tudo que se faz necessário para possibilitar uma maior integração nessa área (D'Ambrosio, 2001:10).

1.1 - Relação entre História da Matemática e Etnomatemática

Falar das origens da Etnomatemática é também falar da Matemática e sua história e, além disso, para se falar sobre a Matemática e seu ensino, é essencial que se tenha uma ampla visão de como se deram seu descobrimento e desenvolvimento.

Assim, faremos uma breve síntese do desenvolvimento da Matemática no decorrer da história, bem como a relação desses acontecimentos com o surgimento das idéias Etnomatemáticas.

Considera-se que a cerca de 100.000 anos a espécie *homo sapiens* já dominava o fogo e a linguagem. Desde então, têm-se acumulado conhecimento e definido modalidades culturais distintas, dando origem às civilizações. Desde cerca de 10.000 anos surgiram, em diversas regiões do planeta, as grandes civilizações.

Fazendo uma rápida referência às contribuições de cada uma delas no campo da Matemática, podemos mencionar, de início, a civilização egípcia que floresceu cerca de 5.000 AP (antes do presente), na qual a repartição de terras férteis a beira do rio Nilo deu origem a formas muito especiais de matemática; a babilônica, que floresceu na Mesopotâmia entre os rios Tigres e Eufrates, na qual se desenvolveu a aritmética de contagem e de cálculos astronômicos através das atividades de pastoreio; a grega, na margem superior do Mediterrâneo, na qual era praticada uma matemática utilitária, mas ao mesmo tempo desenvolveu um pensamento abstrato. Havia, também, o Centro de Ensino e Estudos de Alexandria, localizado no Egito,

que tinha um caráter cosmopolita, onde gregos, egípcios, judeus, persas, fenícios e indús partilhavam suas idéias.

Outra importante civilização, que também trouxe expressivas contribuições ao desenvolvimento da Matemática, foi o Império Romano, que começou seu período de expansão por volta de 212 a.C, na época em que o Império Grego estava entrando em declínio. A matemática desenvolvida por eles era eminentemente prática, pois eles tinham como foco maior de preocupação a vida social e política e desenvolveram um modelo político que, basicamente, prevalece até hoje, baseado num sistema de leis e códigos.

Após a transferência da capital do Império Romano para Constantinopla (hoje Istambul), o Cristianismo tornou-se a religião do Império Romano. Com isso, a igreja passou a exercer um poder paralelo no Império Romano e, em pouco tempo o poder religioso se caracterizava como o mais importante. A partir daí, inicia-se a chamada Idade Média.

O pensamento da Idade Média era direcionado à construção de uma teologia cristã e *“não havia espaço para a matemática filosófica de origem grega”* e, além disso, *“os algarismos romanos serviam apenas para representação. Mas foram desenvolvidos interessantes sistemas de contagem, utilizando pedras, ábacos e mãos”* (D'Ambrosio,1997b:41).

Por outro lado, havia um grande descontentamento com a dominação romana e, após a revelação de que o momento da redenção de seu povo havia chegado, recebida por Maomé (ca 570 – 632), a expansão do Islão, que significa *“submissão à vontade de Alá”*, foi fulminante. Logo o Império Islâmico se organizou em duas grandes divisões administrativas, com capitais em Córdoba e em Bagdá. Nesta última, desenvolveu-se a principal escola Matemática da Idade Média, contendo uma grande biblioteca. Além disso, Al-Mamun, o califa da época, fundou uma universidade e convidou um matemático que ficou responsável por trazer para o Leste a importante matemática da Índia, al-Kwarizmi (ca 780-847).

Os cristãos, conhecendo obras de importantes matemáticos muçulmanos, reativaram seu interesse na filosofia grega e, a partir dos séculos XIV e XV, esses

conhecimentos passaram a ser denominados por Matemática e começaram a ser conhecidos, dando início ao surgimento de especialistas desse conhecimento.

Após esse período, iniciaram-se as navegações portuguesas no século XV e, sobre esse assunto, D'Ambrosio salienta que:

“Houve surpresa e curiosidade em toda a Europa pelas novas terras e pelos novos povos. O imaginário europeu se viu estimulado pelos descobrimentos, sobretudo pelo continente americano, o Novo Mundo. O Velho Mundo, Eurásia e África, era conhecido, pois os intercâmbios culturais e econômicos, reconhecidos pelos historiadores da Antiguidade, datam de milênios. Portanto, esses povos e essas terras despertaram menos controvérsias. O novo estava no Novo Mundo.” (D'Ambrosio, 2001: 13)

Com isso, houve uma intensificação nas relações entre povos de culturas distintas, ocasionando, nos séculos XVIII e XIX, a polêmica sobre a inferioridade do homem, da fauna e da própria geologia do Novo Mundo.

As várias leituras sobre o assunto indicam que, a partir desse momento, iniciou-se o processo de internacionalização da Matemática Ocidental, resultando em um intenso “massacre cultural”, devido à forma pela qual se deram as tentativas de negociação entre os europeus e os “novos povos”. Como vimos anteriormente, cada civilização havia desenvolvido suas formas de contagem e de lidar com sua realidade. Certamente, paralelo aos acontecimentos já citados, os povos da América também possuíam suas próprias maneiras de lidar com a realidade e os europeus mistificaram uma missão civilizatória, devido à “incivilidade”³ encontrada no Novo Mundo.

Como resultado dessas navegações, houve um grande aumento nas atividades científicas. E, ainda,

“o impacto do descobrimento de outras realidades humanas, sociais, culturais, econômicas e sobretudo naturais nas novas terras levou à

³ Esta palavra representa o conceito dado pelos europeus para caracterizar o comportamento dos povos do Novo Mundo.

criação de novos sistemas de explicações e de instrumentos materiais e intelectuais associados a esses sistemas". (D'Ambrosio, 1997b: 47)

"Ampliou-se o universo dos números com a introdução de decimais por Simon Stevin (1548-1620) e dos logaritmos por John Napier(1550-1617)". (D'Ambrosio, 1997b: 49)

Este período ficou conhecido como Renascimento, sendo, principalmente, marcado por uma forte transformação da economia européia e conseqüentemente da sociedade capitalista. A partir desse momento, as populações coloniais passaram a ser pensadas como consumidoras de seus produtos e, portanto, integrantes da cultura ocidental (Corrêa, 2002). Dentro desse contexto, inicia-se o período da Ciência Moderna, com o uso de uma alta tecnologia no desenvolvimento das novas idéias. Com relação à Matemática, em 1883 foi realizado o primeiro Congresso Matemático Internacional, em Chicago e, o segundo em 1900, em Paris.

Também no período moderno, surgiram grandes estudiosos matemáticos como: Newton (1642-1727), Leibniz (1646-1716), Johann Bernoulli (1667-1748) e Leonhard Euler (1707-1783), impulsionando o calculo diferencial; Lagrange (1736-1813) e Laplace (1749-1827) através da teoria das probabilidades; George Boole (1815-1864), Charles Babbage (1792-1871), Blaise Pascal (1623-1662) e H. Hollerith (1860-1929), dando os passos iniciais para a ciência da computação; William Rowan Hamilton (1805-1865), Hermann Grassmann (1809-1877), Arthur Cayley (1821-1895) e James Joseph Sylvester (1814-1897), desenvolvendo os espaços vetoriais; Augustin-Louis Cauchy (1789-1857), responsável pelo tratamento rigoroso da Análise; Carl F. Gauss (1777-1855), com seu trabalho em Geometria Diferencial; e, Niels Abel (1802-1829) e Évariste Galois (1811-1832), contribuindo para o avanço da Álgebra.

Da mesma forma, houve contribuições nos campos da Geometria não-euclidiana, Números complexos e Teoria dos números. Além disso, os fundamentos da matemática receberam novos direcionamentos e enfoques. Sendo os principais responsáveis para isso um grupo de jovens matemáticos franceses, que adotou um personagem fictício, Bourbaki, em 1928. Em sua obra, já com cerca de cem volumes

e ainda incompleta, eles sintetizaram toda a matemática conhecida. Esta obra, segundo Ubiratan é, sem dúvida, *“a obra matemática mais importante dos meados do século XX”* (D'Ambrosio, 1997b:54). Ela teve grande repercussão na educação matemática de todo o mundo e estruturou idéias para o surgimento do Movimento da Matemática Moderna, com grande relevância no Brasil.

Sobre o Movimento da Matemática Moderna, Ubiratan diz que:

“Lamentavelmente, tudo que se fala da matemática moderna é negativo.(...) Como toda inovação radical, sofreu as conseqüências do exagero, da precipitação e da improvisação. Os desacertos, muito naturais e esperados, foram explorados e sensacionalizados pelos ‘mesmistas’ e a matemática moderna foi desprestigiada e combatida”. (D'Ambrosio, 1997b: 55).

No Brasil, esse movimento intensificou-se a partir da década de 60 e, para Sebastiani Ferreira, após o seu fracasso na década de 70, apareceram novas correntes visando ao fim do currículo único, ou seja, os pesquisadores participantes desse novo movimento reagiram contra a Matemática Universal. Eles lutavam para que a Matemática fosse reconhecida em ambientes extra-escolares. Dessa forma, deveria haver uma valorização do conhecimento de vendedores de rua, dos índios, dos pedreiros, pescadores, das crianças brincando, da dona de casa cozinhando etc (Sebastiani Ferreira, 1997:13).

Também nesse momento, como vimos no tópico anterior, iniciavam-se as apresentações das primeiras propostas do Programa Etnomatemática, de Ubiratan D'Ambrosio. Paralelamente, pesquisadores realizavam pesquisas com enfoques parecidos antes de conhecer as propostas deste novo programa.

Especialmente, após o ICME 5, intensificaram-se as pesquisas neste campo e, conseqüentemente, os pesquisadores na área. Hoje, a Etnomatemática *“surge como uma tentativa de resgatar o vivido”* (Anastácio, 1999) e *“é considerada uma das mais promissoras correntes em educação matemática”* (Sebastiani Ferreira, 1991).

2- Em Busca de uma Definição para Etnomatemática

Certamente, uma das tarefas mais complexas para os pesquisadores em Etnomatemática, consiste na busca de uma categorização mais específica do termo de modo a orientar sua pesquisa. Apesar das várias tentativas de conceituação, os autores pesquisados consideram que ainda não existe uma definição para essa corrente (Sebastiani Ferreira, 1991; Anastácio, 1999; Knijnik, 1996).

Sebastiani Ferreira salienta que:

“Sendo mais uma postura de trabalho, ou uma filosofia de ação, colocá-la numa definição restrita seria imitar seu entendimento, e numa outra muito ampla não daria aos leitores a idéia exata a que ela se propõe” (Sebastiani Ferreira, 1991:01).

Com isso, percebemos uma certa necessidade, não de definir o termo como se estivéssemos construindo uma fórmula fechada para resolver um problema, mas sim de delinear as proporções que a Etnomatemática atingirá em determinada pesquisa e/ou estudo.

O próprio D'Ambrosio, cuja definição adotada é bastante ampla, como será explicitado à frente, afirmou que a mesma está sendo construída através das investigações empíricas. Dessa forma, nascem termos metafóricos para designar um tipo de matemática que, até então, não se fazia presente no contexto escolar – a matemática do cotidiano de cada um. Dentre esses termos, Sebastiani Ferreira (1997:13-14) destaca:

- Sociomatemática, por tentar examinar práticas matemáticas nascidas da necessidade da sociedade (Cláudia Zaslavski, 1973);
- Matemática espontânea, como sendo os métodos matemáticos desenvolvidos por povos na sua luta de sobrevivência (D'Ambrosio, 1982);
- Matemática informal, pois transmite aquela que se aprende fora do sistema de educação formal (Posher, 1982);

- Matemática oprimida, desenvolvida em países subdesenvolvidos onde pressupunha a existência do elemento opressor - sistema de governo, pobreza etc (Paulus Gerdes, 1982);
- Matemática não-estandardizada, para diferenciar da “standard” ou acadêmica (Gerdes, Caraher e Harris, 1987);
- Matemática escondida ou congelada, presente no estudo das cestarias e dos desenhos em areias dos moçambicanos (Gerdes, 1985);
- Matemática popular, que se desenvolve no dia-a-dia e que pode ser ponto de partida para o ensino da Matemática acadêmica (Mellin-Olsen, 1986);
- Matemática codificada no saber-fazer (Sebastiani Ferreira, 1986).

As datas de criação dos termos citados acima, revelam uma proximidade com a época em que se deu o reconhecimento da Etnomatemática no âmbito acadêmico, como vimos no capítulo anterior. Segundo os autores estudados, alguns desses termos foram criados antes do conhecimento das idéias de Ubiratan D'Ambrosio e, posteriormente, foi feita sua relação com a Etnomatemática.

2.1 – Os pesquisadores e suas tentativas de conceituação do termo Etnomatemática

Nesse tópico, serão elencadas as diferentes conceituações adotadas pelos pesquisadores. Dentre os textos estudados, a presença de uma conceituação própria do autor não é comum, pois, em alguns casos, tais concepções já se apresentam impregnadas pelas idéias de outros pesquisadores.

O grande estudioso do assunto, Ubiratan D'Ambrosio, diz que:

“A aproximação etimológica nos permite dizer que Etnomatemática é a arte ou técnica (techné= tica) de explicar, de entender, de se desempenhar na realidade (matema), dentro de um contexto cultural próprio (etno) (...)”

Naturalmente, liberar-se do padrão eurocêntrico e procurar entender, dentro do próprio contexto cultural do indivíduo, seu

processo de pensamento e seus modos de explicar, de entender e de se desempenhar na sua realidade, é um passo essencial para se levar a Etnomatemática às suas amplas possibilidades de pesquisa e de ação pedagógica”(D’Ambrosio, 1991:09)

De modo semelhante, Sebastiani Ferreira faz um estudo etimológico de algumas palavras com o mesmo prefixo, antes de explicitar sua definição. As palavras etno, etnia, etnociência, etnografia e etnolingüística⁴ são abordadas de uma maneira histórica, e isso possibilita um melhor entendimento do que vem a ser, para o autor, Etnomatemática. Além disso, é dado um destaque à sua utilização em diferentes contextos. Para Sebastiani Ferreira, *“Etnomatemática é uma pesquisa da história da matemática, principalmente de povos não letrados, onde não se tem registros desta história”* (Sebastiani Ferreira, 1991:01)

Da mesma forma, ou seja, fazendo comparações entre o termo Etnomatemática e outras palavras e/ou expressões, Teresa Vergani, faz uma analogia da Etnomatemática às fases da lua, sendo que: a lua nova representa a consciência da Etnomatemática dos diferentes povos, ou seja, conhecê-las, reconhecê-las e traduzí-las; a lua crescente relaciona-se à consciência das diversas atividades matematizantes. Ou seja, o conhecimento dos dados etnomatemáticos em diferentes partes do nosso vasto mundo; a lua cheia se refere à consciência da missão de Etnomatemática, apontando um caminho de transformação crítica, abertas a outras formas de refletir, de saber, de sentir e de agir; e, por último, a lua minguante, que significa o tempo futuro, na qual a Etnomatemática será apenas uma designação histórica, tornando-se evidente aos olhos de todos e iniciando seu processo de desaparecimento (Vergani, 2000:07-08). Porém, argumenta a autora,

“Por hábito a noção de etno é sempre atribuída aos outros, não a nós. Mas nós somos sempre ‘os outros’ para o ‘outro’(...) a

⁴ Os significados encontrados no texto para essas palavras são: Etno é o sistema de conhecimento e cognição típicos de uma dada cultura; Etnia diz respeito a um grupo de pessoas com a mesma cultura, língua própria, ritos próprios; Etnociência é a construção do conhecimento para a explicação do fenômeno e, atualmente, propõe a redescoberta da ciência de outras etnias que não a nossa, advinda da cultura ocidental; Etnografia é, o que eles chamam de “pesquisa de campo” e, por último; Etnolingüística, que tenta estudar a língua ou a linguagem nas suas relações com o conjunto da vida cultural e social.

etnomatemática, mesmo na sua fase de lua nova, rompe já a pele do nosso etnocentrismo mais grosseiro” (Vergani, 2000:08).

E, com relação ao uso de palavras com o mesmo prefixo - etno - a autora traz idéias de Bourbon, dizendo que:

“Se existem somente etnoverdades, se a metodologia é sempre etnometodologia, os valores reconhecidos por determinada cultura, por determinada subcultura e, no limite, por determinado indivíduo, podem ser legitimamente considerados válidos” (Vergani, 2002: 158).

Para chegar à sua definição de Etnomatemática, a autora utilizou um caminho semelhante ao do pesquisador Sebastiani Ferreira, fazendo comparações e utilizando metáforas. Sendo assim, na perspectiva da autora:

“...a Etnomatemática compreenderá o estudo comparativo de técnicas, modos, artes e estilos de explicação, compreensão, aprendizagem, decorrentes da realidade tomada em diferentes meios naturais e culturais” (Vergani, 2000:24)

Através de uma interpretação diferente, onde cada grupo cultural produz códigos de linguagem e interpretação restritos, Marcelo Borba diz que:

“Esses códigos lingüísticos abrangem diferentes modos de conhecimento elaborados pelo homem, ao compreender e interpretar o mundo onde está situado. Dentre as maneiras de conhecer, encontra-se a matemática. Tal saber, ao ser expresso nos códigos lingüísticos específicos de um dado grupo sócio-cultural, vem sendo denominado etnomatemática” (Borba, 1986)

Em sua tese de doutorado, Gelsa Knijnik (1996) faz referência a diversos pesquisadores relacionados à essa nova corrente. Dentre eles, são citados: Wendy Millroy, pesquisadora dos Estados Unidos, que concebe a Etnomatemática como um estudo de diferentes tipos de matemática que emergem de distintos grupos culturais e que é impossível para alguém reconhecer e descrever qualquer objeto sem que use seus próprios referenciais; e os pesquisadores Márcia Ascher e Robert Ascher,

que utilizaram o termo antes de conhecer os trabalhos de D'Ambrosio. Segundo eles, a Etnomatemática compreende “...o estudo das idéias matemáticas dos povos ‘não-alfabetizados’ (*nonliterate*)”.

Também são citados os trabalhos de David Caraher (1991), Teresinha Nunes (1992), Paulus Gerdes (1991), Paul Dowling (1993), Rômulo Lins (1993) e Marilyn Frankenstein (1989), aos quais faremos referências posteriores.

Um último pesquisador que explicitou sua definição e também esteve presente nas leituras realizadas, é Bill Barton, assumindo a “*idéia de Etnomatemática como um programa interpretativo entre matemática e cultura*”. Além disso, ele identifica práticas e costumes culturalmente inseridos em determinados contextos, com idéias ou conceitos reconhecidamente presentes no corpo de conhecimento matemático (Anastácio, 1999:121).

Essa idéia, de reconhecer a Etnomatemática como um programa, também é utilizada por D'Ambrosio. Em sua justificativa para a designação do termo, o pesquisador diz que o fato dela ter nascido dos pressupostos de todas as disciplinas que compõem o currículo escolar estende sua concepção a um programa.

Outros pesquisadores também utilizam, atualmente, termos metafóricos para designar a pesquisa em Etnomatemática. Como exemplo, pode-se citar Gelsa Knijnik, que se refere a uma “Abordagem Etnomatemática”, Paulus Gerdes com a introdução do termo “acento etno” na investigação e Teresa Vergani que trata a Etnomatemática como uma Matemática socialmente contextualizada. No capítulo seguinte será feito um estudo mais detalhado desses termos, bem como a relação dos mesmos com o tipo de pesquisa realizado por cada um. Notar-se-a uma relação entre os termos utilizados pelos pesquisadores e a concepção que eles possuem de Etnomatemática.

3- Os Diferentes Olhares para A Etnomatemática

Como já foi dito anteriormente, D'Ambrosio se refere a Etnomatemática como um Programa. Em sua conferência de encerramento do II Congresso Internacional de Etnomatemática, realizado em Ouro Preto no ano de 2002, o pesquisador argumenta que utiliza a palavra Programa para denominar a Etnomatemática devido

a permanente busca de definição a que ela esta submetida. Para ele, partindo da idéia de que tudo aquilo que possui resposta traz uma ponta de arrogância, a busca permanente por uma definição é mais apropriada neste caso, levando a uma constante investigação no sentido de atingir um pensamento comum com relação aos princípios da Etnomatemática.

Ele também explicita dois enfoques propostos pela Etnomatemática: o enfoque epistemológico, que se associa a uma historiografia mais ampla; e o enfoque cognitivo, com forte fundamentação cultural e que parte da realidade, chegando então, à ação pedagógica (D'Ambrosio, 1993:02).

D'Ambrosio estabelece uma importante ligação entre cultura e desenvolvimento histórico da humanidade, tendo a preocupação em definir corretamente o termo Cultura.

Segundo o educador, desde as suas primeiras manifestações na busca de entender os fenômenos, o homem se comporta, mesmo que inconscientemente, de maneira a adquirir conhecimento. Esse conhecimento desenvolve, no individuo, um comportamento que consiste no reflexo do conhecimento adquirido. Assim, devido às constantes modificações do conhecimento e, este sempre refletindo no comportamento, ambos estão em permanente transformação. Dessa forma, na descoberta do outro, surge a comunicação que, por sua vez, gera o que chamamos de interpretação gráfica e linguagem. Esses comportamentos compartilhados entre grupos resultam na compatibilização e subordinação à sistemas de valores, que são próprios de cada grupo. Os valores e os mitos abstratos da realidade natural constitui aquilo que chamamos cultura (D'Ambrosio,1991:09-10; D'Ambrosio, 2001:18-19).

O autor expressa sua relação entre cultura e Etnomatemática da seguinte forma:

“A cultura, que é o conjunto de comportamentos compatibilizados e de conhecimentos compartilhados, inclui valores. Numa mesma cultura, os indivíduos dão as mesmas explicações e utilizam os mesmos instrumentos materiais e intelectuais no seu dia-a-dia. O conjunto desses instrumentos se manifesta nas maneiras,

*nos modos, nas habilidades, nas artes, nas técnicas, nas **ticas** de lidar com o ambiente, de entender e explicar fatos e fenômenos, de ensinar e compartilhar tudo isso, que é o **matema** próprio ao grupo, à comunidade, ao **etno**. Isto é, na sua etnomatemática” (D’Ambrosio, 2001:35)*

Para o autor, a etnomatemática, embebida de ética, tem como foco central a recuperação da dignidade cultural do ser humano.

Marcelo Borba, entendendo a Etnomatemática como um campo de conhecimento intrinsecamente vinculado a um grupo cultural, considera que cada grupo pratica diferentes matemáticas, existindo, portanto, uma ligação entre os interesses culturais, a realidade e a Etnomatemática. Esse enfoque abre a possibilidade para “tantas matemáticas” quantos grupos culturais, o que dificulta a categorização da Etnomatemática.

Sebastiani Ferreira complementa aos aspectos citados, um caráter etnográfico à Etnomatemática. Sendo o primeiro pesquisador brasileiro a realizar pesquisas de campo nessa área, o estudioso relata que suas investigações iniciais eram etnográficas, mas a necessidade de oferecer um retorno ao pesquisado fez com que se direcionasse à educação. Ou seja, partindo de uma realidade, faz-se uma investigação etnográfica, seguida de uma etnologia e culminando na criação de um modelo educacional. Com isso, percebe-se o alcance da Etnomatemática na escola, fazendo com que esse tipo de pesquisa não seja apenas uma etnografia, mas também uma metodologia de ensino (Ferreira, 1991: 01).

Para esses autores, uma pesquisa Etnomatemática é, também, uma investigação cultural, pois, incorporados na cultura de cada grupo estão seus valores, suas crenças e, principalmente, suas formas particulares de interpretar e lidar com os problemas da realidade.

Direcionando seu pensamento para o terreno pedagógico, Vergani complementa tais idéias quando diz que:

“a escola não poderá continuar a ignorar/desprezar a indissociabilidade homem/cultura: é nela que a criança funda a sua

dignidade, a confiança no seu saber, o valor da sua experiência e do seu processo singular de autonomia” (Vergani, 2000:).

Em sua abordagem sobre a Etnomatemática, a autora e pesquisadora portuguesa Teresa Vergani, se preocupa em salientar a situação em que se encontra a atual matemática acadêmica. A autora argumenta que, na maioria das vezes, é inoperante a forma pela qual são colocadas em prática as intenções dos professores, acabando por consentir o fracasso do ensino escolar da Matemática. Ou seja, no lugar de especialização e profissionalização, o que se tem na verdade é uma forma cruel e competitiva de seleção. E, como reflexo desse quadro, ocorrem graves conseqüências, como: frustrações, bloqueios, perda da auto-estima, enfraquecimento do espírito crítico e criativo, submissões resignadas a uma ordem brutalmente alheia ao bem estar vital e pessoal, etc (Vergani, 2000:21).

E é nas idéias estruturantes da Etnomatemática que a autora encontra uma forma de lutar contra a uniformidade curricular e, conseqüentemente, melhorar a qualidade do ensino oferecido pelas instituições escolares quando assim se expressa:

“A Etnomatemática descentra-se das referências habituais a um currículo uniforme ao qual a população escolar é obrigada a se conformar. Está consciente da necessidade de formar jovens capazes de se integrarem num mundo globalizante, mais uno e mais justo, mas sem os amputar dos valores socioculturais específicos do meio no qual se inserem” (Vergani, 2000: 05).

O pesquisador Paulus Gerdes, que trabalha com comunidades africanas, confere às suas pesquisas em Etnomatemática um caráter fortemente político. Seu trabalho é realizado em Moçambique, país que se tornou independente somente na década de 70. Nesse sentido, a preocupação do pesquisador em reafirmar a matemática cultural de um povo colonizado, através da comprovação de que muitos resultados matemáticos consagrados pela ciência já eram anteriormente usados por outras culturas em tempos remotos, fortalece a dimensão política de seus estudos. O pesquisador, com base nesses estudos, refere-se a possibilidade de utilizá-los no contexto educacional. Com isso, ele utiliza, também, o termo “acento etno” na

investigação ou Movimento Etnomatemático, pretendendo, desde então, transformar uma cultura colonizada em outra, moderna e independente. Para o autor, existe todo um conhecimento matemático que se encontra escondido ou ‘congelado’ em técnicas antigas desses povos (Knijnik, 1996:36).

Seguindo uma linha de trabalho que permite a impregnação das questões político-sociais ao fazer pedagógico, a educadora e pesquisadora Gelsa Knijnik, atuando e pesquisando junto ao Movimento dos Trabalhadores Sem-Terra, incorpora ao caráter político de sua pesquisa, algumas intervenções pedagógicas. Seu trabalho privilegiou duas práticas comuns utilizadas pelos trabalhadores sem terra: a cubação da terra (estimativa da área de um terreno) e a cubagem da madeira (estimativa do volume de um tronco de árvore). A pesquisadora entende a Etnomatemática como uma investigação de tradições, práticas e concepções matemáticas de um grupo social subordinado utilizando a expressão “Abordagem Etnomatemática”.

Com relação às intervenções pedagógicas, para a autora, elas devem fazer com que o grupo seja capaz de decodificar e interpretar seu conhecimento, adquirir o conhecimento produzido pela matemática acadêmica e, por fim, estabelecer comparações entre esses dois tipos de conhecimento para poder, assim, optar por utilizar aquele que se fizer mais adequado para o momento político, econômico e social do grupo (Knijnik, 1996:46).

Assim também, a educadora e pesquisadora Alexandrina Monteiro em sua tese de doutorado, destaca as possibilidades pedagógicas da Etnomatemática num curso de alfabetização para trabalhadores rurais assentados na comunidade de Sumaré I, em São Paulo. Segundo a pesquisadora, o principal motivo que a levou a desenvolver esse trabalho se concentra no descontentamento com o ensino da Matemática que se mostra carente de finalidades e sentido.

Sendo assim, ao longo de sua pesquisa, a Etnomatemática se configurou como uma alternativa educacional que tem como principal objetivo o respeito total ao ser humano, de modo a oferecer escolhas conscientes e condições para que se possa traçar a própria história. Segundo a pesquisadora, quando um homem constrói sua própria história, ocorre uma libertação através da criatividade.

Esses estudos resultaram na compreensão da Etnomatemática em uma perspectiva pedagógica que visa a uma transformação das atuais relações do homem com o mundo, quando destaca que:

“...a proposta pedagógica da Etnomatemática jamais poderá ser compreendida como um método ou um modelo de ensino que se aplica em sala de aula, ou ainda como uma ‘receita’ para se ensinar matemática de forma motivada e/ou com sucesso. Isto é, o trabalho desenvolvido com um determinado grupo, dentro dessa perspectiva, não poderá ser levado como modelo para um outro grupo, podendo, no máximo, ser tomado como apoio para diversificar as possibilidades de leituras sobre determinado tema” (Monteiro, 1998:151)

Na perspectiva da autora, cabe aos educadores optarem ou não em mudar, pois a mudança exige mais que a mera incorporação de modelos educacionais à sua prática, mas uma reflexão que gere novas concepções e valores no educador. Em suas considerações finais diz Monteiro:

“Considero que as reais possibilidades de concretização da proposta pedagógica da Etnomatemática centram-se na mudança de postura dos professores. Esta mudança é um processo lento e gradual e exige uma inserção cada vez maior do educador no processo de negociação, de reflexão e pesquisa sobre sua prática” (Monteiro, 1998: 153)

Colocando em paralelo esses vários “olhares” e interpretações sobre a Etnomatemática, encontramos, ao mesmo tempo, considerações mais filosóficas sobre o tema, advindas das visões do pesquisador Ubiratan D'Ambrosio, preocupando-se em aprofundar seus estudos nas questões básicas que estruturam o assunto, como no caso da conceituação minuciosa do termo Cultura, e existem, também, pesquisadores que se dedicaram às questões voltadas para a praticidade da Etnomatemática. Ou seja, relacionando-se a aspectos voltados, especificamente, a determinadas culturas ou, então, a particularidades do tema como, por exemplo, metodologias de ensino, intervenções e propostas pedagógicas etc.

Dessa forma, faz-se necessário a preocupação de pesquisadores a determinadas especificidades da Etnomatemática, pois dadas as proporções a que ela se propõe, trabalhá-la no sentido holístico abriria numerosas possibilidades de pesquisa e, por outro lado, sua categorização consistiria em uma tarefa complexa, principalmente com relação à determinação dos fatores considerados relevantes. Sendo assim, de um modo geral, a maioria das pesquisas se direciona a especialidades do assunto. Essas especialidades, em sua grande maioria, seguem os parâmetros determinados por D'Ambrosio e Sebastiani Ferreira.

Como vimos acima, alguns pesquisadores estão envolvidos, especialmente, com a questão política da Etnomatemática, como é o caso de Paulus Gerdes e Gelsa Knijnik, no sentido de fazer com que o próprio conhecimento do grupo e o estudo mais detalhado do mesmo sejam utilizados como uma forma de fortalecimento e/ou reconhecimento social. O fato de ter sido colônia por muitos anos, como é o caso de Moçambique e a luta constante do Movimento dos Trabalhadores Sem-Terra por um pedaço de terra para trabalhar com dignidade, faz com que o fortalecimento cultural e a ocupação de um lugar digno na sociedade seja reforçada. A Etnomatemática vem de encontro a esses objetivos, fazendo com que o próprio grupo valorize o conhecimento produzido no dia-a-dia. O trabalho de Knijnik vai além ao de Guerdes, no aspecto pedagógico, quando esta tem a preocupação de incorporar esse conhecimento ao contexto curricular das escolas.

Por outro lado, a pesquisadora portuguesa Teresa Vergani preocupa-se, mais especificamente, com a questão pedagógica da Etnomatemática. Em seu livro intitulado "Educação Etnomatemática: o que é?", a autora pretende desenvolver um programa para uma disciplina de Etnomatemática no ensino superior, almejando melhorar a qualidade do ensino da Matemática deste nível de ensino e que o mesmo deixe de repercutir cegamente no ensino básico e secundário. Dentro de uma perspectiva semelhante, Alexandrina Monteiro complementa os estudos realizados por Vergani, acrescentando às intervenções pedagógicas de seus estudos o fortalecimento cultural do grupo pesquisado.

Apenas neste estudo em fase inicial, já se pode perceber a variedade de interpretações e procedimentos resultantes de pesquisas em Etnomatemática. Nesse sentido é importante esclarecer que inúmeros pesquisadores também

enfocam outras especificidades da Etnomatemática. No entanto, pretendemos, em investigações futuras, abranger nosso foco de pesquisa e, certamente, este não se esgotara, uma vez que o número de pessoas interessadas em pesquisar o assunto tem aumentado gradativamente.

A intenção principal deste capítulo consistiu em estabelecer paralelos entre diversos tipos de pesquisa realizados dentre os autores pesquisados.

4– Críticas a Etnomatemática

As novas idéias, como de costume, são passíveis a críticas. Apesar dessas críticas se constituírem, de certa forma, em fatos que beneficiam os pesquisadores, não podemos ignorá-las em um estudo que tem como principal enfoque algumas idéias sobre a Etnomatemática. Considero, de certa forma, benéficas essas críticas pelo fato das mesmas ocasionarem reflexões nos estudiosos. Com isso, podemos encontrar, nas opiniões de um mesmo pesquisador, várias perspectivas para o assunto.

Nos textos pesquisados, alguns autores referem-se às críticas feitas por estudiosos, Paul Dowling citado por Sebastiani Ferreira (1993) argumenta que o discurso Etnomatemático é apenas uma manifestação ideológica. Ele pretende mostrar que a não filiação da Etnomatemática ao pensamento da modernidade é apenas aparente. Para isso, ele refere-se a “ideologia do monoglossismo”, ou seja,

“...a sociedade é heteroglósica, composta de uma pluralidade de comunidades culturais, e as comunidades são monoglósicas; e como a Etnomatemática faz falar estas comunidades, então ela tem um discurso ideológico monoglósico, onde o falar de um subgrupo é privilegiado em relação ao falar de toda a sociedade que o contém” (Sebastiani Ferreira, 1997:25).

Para Dowling, o discurso Etnomatemático está impregnado pelo projeto da modernidade e suas principais críticas se direcionam aos trabalhos desenvolvidos por Paulus Gerdes, pois este último projeta o modelo de matemática europeu sobre a cultura moçambicana, ocasionando uma desvalorização da mesma. Além disso, para descongelar o conhecimento matemático que se encontra escondido em

técnicas antigas desses povos, Gerdes utiliza a matemática ocidental. Portanto, Dowling argumenta que ocorre, simplesmente, uma espécie de tradução dos conhecimentos matemáticos.

Por outro lado, James Taylor (1993), citado em Knijnik (1996) afirma que existe uma profunda ambigüidade no discurso etnomatemático, principalmente pelo fato de consistir em uma abordagem política e pedagógica, mas não se preocupar em atentar para a questão epistemológica que, segundo o crítico, deve ser considerada a mais central. Com isso, na perspectiva do autor, deve haver uma maior preocupação com o ato de conhecer.

Enquanto isso, Wendy Millroy, também citado em Knijnik (1996) se refere a um “paradoxo” da Etnomatemática, ou seja, fica impossível uma pessoa que, pertencente a um grupo cultural específico, reconheça e descreva qualquer objeto sem que use seus próprios referenciais. Em outras palavras, a pesquisadora diz que uma vez que se conhece unicamente a Matemática Ocidental convencional, como uma pessoa pode identificar outra forma de Matemática que não lhe é familiar. Além disso, na maioria das vezes, apenas a Matemática acadêmica consegue explicar práticas matemáticas de diferentes grupos culturais.

Comparando as opiniões explicitadas acima, podemos afirmar que todas elas fazem menções a pontos considerados semelhantes. Ou seja, esses críticos utilizam como argumento, basicamente, o fato de se utilizar a Matemática ocidental ou acadêmica para “traduzir” as matemáticas dos diferentes grupos culturais. Ora, se a Matemática de cada um desses grupos está sendo enfatizada, mesmo que sob uma forma de introdução de conceitos que serão, de certa forma, úteis na resolução de problemas cotidianos, então podemos considerar um avanço frente as atuais formas de introdução de conceitos utilizadas na maioria das instituições escolares. A grande polêmica existente sobre a Matemática Ocidental, em minha opinião, está relacionada à falta de contextualização da Matemática acadêmica (Vergani, 2002; D'Ambrosio, 2001 e Monteiro, 1998). Em outras palavras, podemos dizer que, dentro do contexto escolar vivido nos países do Terceiro Mundo e, mais especificamente, no Brasil, a Matemática Ocidental não se enquadra como uma disciplina que surge das necessidades cotidianas de cada um.

Conclusão

A realização de um trabalho desse tipo ocasionou, em mim, uma grande satisfação, pois consistiu em uma pesquisa teórica onde foi realizada uma ampla pesquisa no âmbito da Etnomatemática principalmente entre pesquisadores brasileiros. Além disso, após a realização desse trabalho, percebi o quanto se faz importante a difusão dessas idéias entre pesquisadores, professores de Matemática e alunos dos cursos de Matemática.

Em minha opinião, isto se faz necessário devido as atuais condições do ensino da Matemática em nosso país. Principalmente, quando nos referimos aos níveis fundamental e médio de ensino, pois cada vez mais os conceitos estudados nas aulas de Matemática se afastam do cotidiano de cada um. Mesmo com o passar do tempo, as aulas de Matemática ainda são um martírio para os alunos, talvez devido a incompreensão que muitos possuem das idéias matemáticas.

De fato, a utilização das idéias Etnomatemáticas nas escolas públicas do país não resolverá o problema da incompreensão da Matemática, especialmente porque esta não consiste na única causa para isso. Mas, certamente, estes princípios auxiliarão na busca por soluções alternativas e, também poderão estreitar as relações entre professores e alunos em sala de aula.

Nessa investigação, não foi foco principal avaliar a atual situação da Matemática nas escolas, pois procuramos enfocar, especificamente, as idéias etnomatemáticas. Futuramente, em um estudo mais avançado, pretende-se estabelecer uma relação entre as idéias aqui apresentadas e a atual situação do ensino da Matemática nas escolas, ou seja, pretende-se fazer uso dessas idéias como auxílio na resolução ou na busca de soluções para a situação do ensino da Matemática nas escolas públicas do Brasil.

Referências Bibliográficas:

ANASTÁCIO, M. Q. A. *A construção do conhecimento matemático no foco da 'fenomenologia da percepção'* São Paulo: FE, UNICAMP, 1999. p. 116-122 Tese de doutorado, orientador: Eduardo Sebastiani Ferreira.

- BORBA, M. C. *Etnomatemática: uma proposta para o “Núcleo escola da Favela da Vila Nogueira – São Quirino”*. UNESP, Rio Claro, 1986. Tese de Mestrado, orientadora: Maria A. V. Bicudo.
- CORRÊA, R de A. *A Educação Matemática na Formação de Professores Indígenas Ticuna*. São Paulo: FE, UNICAMP, 2000. Tese de doutorado.
- D'AMBROSIO, U. *Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática*. São Paulo: Summus. Campinas: Ed. da Universidade Estadual de Campinas, 1986. 114p.
- D'AMBROSIO, U. *Educação Matemática: da teoria à prática*. 2 ed. Campinas, SP: Papirus, 1997b – (Coleção Perspectivas em Educação Matemática) 121 p.
- D'AMBROSIO, U. *Ethnomathematics: states of the arts*. Symposium on The World Counts, Ethnomathematics in the curriculum. Teachers College / Columbia University, April 5, 1997a.
- D'AMBROSIO, U. *Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001. 112p. (Coleção Tendências em Educação Matemática)
- D'AMBROSIO, U. Etnomatemática: um programa. *Educação Matemática em Revista*, SBEM, n. 1, p. 5-11, 1993.
- D'AMBROSIO, U. Matemática, ensino e educação: uma proposta global. *Temas e Debates*, ano IV, n. 3, p. 1-15, 1991.
- D'AMBROSIO, U. *Uma coletânea de trabalhos escritos entre 1975 e 1979*. São Paulo, 1998. Texto: The project “CPS – Bamako” an option in pos-graduation training for developing countries.
- MONTEIRO, A. *Etnomatemática: as possibilidades pedagógicas num curso de alfabetização para trabalhadores rurais assentados*. São Paulo: FE, UNICAMP, 1998. Tese de doutorado, orientador: Eduardo Sebastiani Ferreira.

- SEBASTIANI FERREIRA, E. *Etnomatemática: uma proposta metodológica*. Série Reflexão em Educação Matemática, v. 3, Universidade Santa Úrsula, Rio de Janeiro, 1997.
- SEBASTIANI FERREIRA, E. *Etnomatemática*. Campinas, São Paulo: IMECC, unicamp, 1991.
- GIARDINETTO, J. R. B. *Matemática escolar e matemática da vida cotidiana*. Campinas, SP: Autores Associados, 1999. (Coleção polêmicas do nosso tempo; v. 65)
- KNIJNIK, G. *Exclusão e Resistência: educação matemática e legitimização cultural*. Porto Alegre, RS, 1996. P.18-48. Tese de Doutorado.
- VERGANI, T. *Educação Etnomatemática: o que é?* Lisboa: Pandora Edições, 2000. 67p.
- VERGANI, T. *Matemática e linguagem (s): olhares interativos e transculturais*. Lisboa: Pandora Edições, 2002. 203p.

0802RE RELATO DE EXPERIÊNCIA COM OS ÍNDIOS TICUNA: UMA ABORDAGEM ETNOMATEMÁTICA

Caroline Mendes dos Passos¹

Dirceu Cenem dos Santos²

Roseli de Alvarenga Corrêa (orientadora)³

RESUMO

Nosso relato de experiência consiste em um trabalho realizado no curso de formação de professores indígenas no Alto do Rio Solimões, em Benjamim Constant – Amazonas realizado em duas etapas. Tivemos a oportunidade de estar trabalhando a Matemática com os Ticuna através da nova tendência em Educação Matemática - a Etnomatemática. Este trabalho foi desenvolvido segundo orientação da professora Dr^a. Roseli de Alvarenga Corrêa.

O Brasil é uma nação constituída por grande variedade de grupos étnicos, com histórias, saberes, culturas e, na maioria das situações, línguas próprias. Tal diversidade sociocultural é uma riqueza que deve ser preservada.

Foi um trabalho muito importante para nossa profissão: Educador Matemático, pois pudemos estar em contato com uma cultura diferente e utilizar disso para desenvolver trabalhos dentro da sala de aula com os professores indígenas, que merecem nosso respeito e necessitam de valorização para reafirmarem sua identidade.

Os momentos de ensino-aprendizagem trabalhados combinam espaços formais e informais, com o diálogo sobre o que deve ser aprendido, como, quando e por quem, através de pesquisas e abordagens metodológicas diferentes.

Esse trabalho nos motivou a continuar estudando e aprofundando em questões indígenas, fundando um Grupo de Estudos sobre Educação Indígena na UFOP.

¹ UFOP carolmendes1001@yahoo.com.br

² UFOP dirceu100br@yahoo.com.br

³ UFOP rcorrea@feop.com.br

0803RE A MATEMÁTICA NA ARTE DA CANTARIA

Débora Maria dos Anjos¹

Dirceu Cenem dos Santos²

Eliane Miranda Thomaz³

José Sérgio Aleluia dos Reis⁴

Rogéria Teixeira Urzedo Queiroz⁵

Roseli de Alvarenga Corrêa (orientadora)⁶

RESUMO

Ouro Preto não está totalmente perceptível aos olhos de seus moradores. Julgamos que o espírito crítico e investigativo por parte dos moradores em relação a elementos existentes precisa ser despertado para uma maior interação com a importância dessa cidade. Por isto é de suma importância para nós, educadores, estarmos atentos à dinâmica escolar e principalmente no contexto em que ela se insere.

Portanto é preciso levar para as salas de aula tudo aquilo que o aluno tem como referência e contato para novas abordagens metodológicas aliadas aos conteúdos e tendências da educação. Queremos com este trabalho ressaltar os valores artísticos, culturais e sociais da região a qual pertencemos e identificar elementos em que a Matemática está inserida.

Escolhemos a Cantaria que consiste em trabalhar artisticamente rochas esquadradas para construção, aplicando motivos ornamentais em elementos estruturais. O ofício da cantaria é um dos mais antigos do mundo e é observado nas igrejas e em grandes monumentos.

Daremos ênfase a uma nova tendência em Educação Matemática (Etnomatemática), através da “Matemática na Arte da Cantaria,” em virtude do grande número de possibilidades que o tema pode apresentar e despertar nos alunos um maior interesse.

¹ -UFOP dmanjos@hotmail.com

² -UFOP dirceu100br@yahoo.com.br

³ -UFOP itiro@uai.com.br

⁴ -UFOP zealeluia@yahoo.com.br

⁵ -UFOP rogeriatuq@bol.com.br

⁶ -UFOP rcorreia@feop.com.br

0804RE O ENSINO DE MATEMÁTICA PARA PESSOAS PORTADORAS DE NECESSIDADES ESPECIAIS VISUAIS

Lucas Ferreira Geraldo¹

Wellington José Cunha (orientador)²

RESUMO

A partir das observações de aulas de reforço de Matemática ministradas na Escola Estadual São Rafael, antigo Instituto São Rafael, iniciamos um projeto de pesquisa com objetivo de identificar quais eram as maiores dificuldades dos alunos com necessidades visuais em compreender o conteúdo de Matemática e como o professor poderia ensiná-los.

Foi também analisado o material utilizado para o ensino e aprendizagem de Matemática para esses alunos.

¹ Aluno do Centro Universitário de Belo Horizonte - UNI-BH lucas.cam@ig.com.br

² Professor Mestre do Centro Universitário de Belo Horizonte - UNI-BH welljc@unibh.br

0805RE A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E O DESENVOLVIMENTO DA ESCOLA INDÍGENA EM MINAS GERAIS

Wagner Ahmad Auarek¹

Augusta Aparecida Neves Mendonça

Edmary Aparecida Vieira Silva Tavares

RESUMO

Nas últimas décadas os povos indígenas passaram a participar do cenário político do país reivindicando seus direitos, dentre eles, a educação escolar indígena. Essa luta se traduziu na conquista de direitos registrados, prioritariamente, na Constituição Federal de 1988 e na LDB 9394/96.

A apresentação que pretendemos realizar tem como objetivo relatar a nossa experiência, como educadores matemáticos, no processo de construção e desenvolvimento da escola indígena em Minas Gerais.

A intenção de trazer esta experiência vivenciada por nós junto ao povo indígena Xacriabas, é colocar em destaque aspectos de um realidade tão próxima e ao mesmo tempo desconhecida pela maioria, que é a busca de uma Educação Escolar, diferenciada e contextualizada, por parte das comunidades indígenas em Minas Gerais.

Uma das riquezas desta experiência foi a possibilidade de vivenciar o processo de entendimento do papel da escola e da matemática na vida de uma comunidade, de uma sociedade ou de um povo.

¹ Professores formadores do Programa de Implantação das Escolas Indígenas de Minas Gerais- SEE-MG

0806RE A MATEMÁTICA DOS POVOS INDÍGENAS DE MINAS GERAIS

Wagner Ahmad Auarek,¹

Augusta Aparecida Neves Mendonça

Edmary Aparecida Vierira Silva Tavares

RESUMO

O trabalho que apresentamos é parte de uma pesquisa realizada pelos alunos do Curso de Magistério Indígena de Minas Gerais da SEE/MG, em parceria com a UFMG, FUNAI, FUNASA e IEF.

A pesquisa foi feita nas Terras Indígenas Kaxixó, Maxacali, Pataxó, Xacriabá e Xukuru-Kariri, em Minas Gerais.

A pesquisa tem como objetivo conhecer a matemática que acontece fora do contexto escolar nas aldeias indígenas e ao mesmo tempo resgatar a cultura desses povos. A pesquisa mostra as várias formas de registrar quantidades, de fazer contas e de medir, usadas pelos indígenas. É notável, por exemplo, como vários elementos da natureza estão presentes na medição do tempo.

A escola, como um espaço preservação da cultura dos povos indígenas, possibilita que os vários conhecimentos matemáticos produzidos por esses grupos culturais, sejam ensinados às gerações mais novas, uma vez que muitos desses conhecimentos estão restritos aos mais velhos.

Dessa forma, os elementos da pesquisa, facilitadores do diálogo entre a matemática do cotidiano e a matemática escolar, serão discutidos com os alunos na próxima etapa do Curso de Magistério, com o objetivo de reafirmar a construção de uma proposta curricular diferenciada que atenda às demandas das comunidades indígenas de Minas Gerais.

¹ Professores formadores do Programa de Implantação das Escolas Indígenas de Minas Gerais- SEE-MG

COMUNICAÇÕES CIENTÍFICAS E RELATOS DE EXPERIÊNCIA

TEMA 09 EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DE JOVENS E ADULTOS

0901CC AS CAUSAS DO FRACASSO EM MATEMÁTICA DE 5ª A 8ª SÉRIE, OU SEJA, DO 2º ANO DO CICLO AVANÇADO INTERMEDIÁRIO AO 2º ANO DO CICLO AVANÇADO DA PROGRESSÃO CONTINUADA

Aline Rodrigues Ferreira¹

Gerson Alves Ferreira (Orientador)

RESUMO

Procurando investigar as causas do fracasso que é atribuído à matemática em relação às outras disciplinas que compõem o currículo escolar, foi pedido a estudantes de 5ª a 8ª séries e anos correspondentes na progressão continuada de algumas escolas da região de Bom Despacho que enumerassem, em ordem crescente, a cinco itens compostos por causas que levam ao fracasso em matemática. E também foi observado o índice de aproveitamento de cinco anos (1997-2001). De acordo com a avaliação feita pelos alunos, a causa principal que os levam a ter dificuldade em matemática é “mistura de números e variáveis (letras), muito abstrato”, ou seja, a mistura de símbolos, a matemática ser muito complexa e requerer muita atenção.

Palavras-chave: Fracasso em matemática, matemática, ensino da matemática.

¹ Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco - FASF

Departamento de Matemática – DEMAT

Av. Laerton Paulinelli, 153 – Bairro Monsenhor Parreiras–Luz/MG ou <http://www.fasf.edu.br>
e-mail.

1. Introdução

A todo momento, ouve-se afirmações de que a maioria dos estudantes não gostam e têm medo de matemática, considerando-a uma disciplina muito complexa e abstrata, cuja sua sobrevalorização ser geralmente acompanhada da atribuição de seu conhecimento e aprendizado ser de compreensão muito difícil e obscuro.

Dados provenientes do estudo de Correa e *Mac Lean* (1999) acerca das atitudes dos alunos em relação à matemática, reforça a afirmativa de que as investigações que tratam das concepções que os alunos possuem em relação à matemática e especificamente em relação ao julgamento que fazem acerca da dificuldade desta disciplina em seu currículo escolar são raros mesmo na literatura internacional. Observaram também que a matemática não é considerada incondicionalmente como a matéria mais difícil do programa escolar. O julgamento dos alunos está intimamente relacionado às experiências didático-pedagógicas relativas à disciplina no que diz respeito não só a distribuição e seqüência dos conteúdos ao longo das diferentes séries, como também às formas de se propor tais conteúdos. Neste sentido, a produção de situações didáticas em matemática onde os atos de mediação realizados pelo professor suscitem a reflexão sobre a atividade e não focalizem somente o seu resultado ou produto, poderão ter implicações importantes nas mudanças de juízos dos alunos em relação à matemática.

No artigo de *Pólya*, em 1959 e traduzido por Maia para a revista do professor de matemática (1987); ele desenvolve um treinamento para professores secundários, no qual enuncia dez regras, ou seja, dez mandamentos para professores sendo estes mais proveitosos aos professores de matemática.

Iremos considerar as dez regras de *Pólya* voltadas especialmente à tarefa do professor de matemática: 1) Tenha interesse por sua matéria; você aborrecerá a audiência com sua matéria se esta matéria o aborrece. 2) Conheça a sua matéria; nenhuma quantidade de interesse, ou de métodos de ensino, permitirá que você explique claramente um ponto a seus alunos se você próprio não entender mais claramente ainda esse ponto. 3) Procure ler o semblante dos seus alunos, procure enxergar suas expectativas e suas dificuldades, ponha-se no lugar deles; para que o ensinar, por parte de um, resulte no aprender, por parte de outro, deve haver uma espécie de contato ou conexão entre professor e aluno: professor deve ser capaz de entender a posição do aluno; ele deve ser capaz de assumir a causa do aluno.

Pólya afirma que as três regras anteriores contêm a essência do bom ensino; uma espécie de condição necessária e suficiente. “Se você tem interesse e conhecimento, e é capaz de perceber o ponto de vista do aluno, você já é um bom professor ou logo tornará um, só precisa de experiência.”

Analisemos então as demais regras de *Pólya*: 4) compreenda que a melhor maneira de aprender alguma coisa é descobri-la você mesmo; a aprendizagem ativa é preferível à aprendizagem passiva, meramente receptiva. Quanto mais ativa, melhor é a aprendizagem. 5) Dê aos seus alunos não apenas informação, mas *Know – how*, atividades mentais, o hábito de trabalho metódico; *Know – how* é a habilidade para resolver problemas, construir demonstrações, e examinar criticamente soluções e demonstrações. *Know – how* é muito mais importante do que a mera posse de informações. A maneira como você ensina pode ser mais importante nas aulas de matemática do que aquilo que você ensina. 6) Faça-os aprender a dar palpites. 7) Faça-os a demonstrar; “A matemática é uma boa escola de raciocínio plausível e demonstrativo”. Os professores de matemática devem colocar os seus alunos em contato com o raciocínio demonstrativo. 8) Busque, no problema que está abordando, aspectos que possam ser úteis nos problemas que virão, procure descobrir o modelo geral que está por trás da presente situação concreta. 9) Não desvende o segredo de uma vez, deixe-os descobrir por si próprios, na medida do possível; o aluno que concebeu um palpite tem que seguir o desenvolvimento da solução para ver se o seu palpite estava certo ou não. Ele não pode permanecer desatento. 10) Sugira; não os faça engolir à força; se digo, “Isto está errado”, o aluno poderá se ofender e aí não ouvirá o que eu possa dizer depois. E se digo “Isto está errado” a todo instante, o aluno poderá odiar a mim e à matemática. Evite dizer “você está errado”. em vez disso, se possível, diga: “Você está certo, mas...” Se você procede assim, você está sendo apenas humano.

Pólya comenta ainda que, os mandamentos são simples e bastante óbvios, mas nem sempre é fácil segui-los. Por exemplo, os estudos universitários do professor ajudam-no muito pouco a obedecer a estes mandamentos.

A matemática não é difícil. Todas as matérias que se ensinam no primeiro grau (até 8ª série) apresentam essencialmente o mesmo grau de dificuldade; todo jovem normal é capaz de aprender toda a matemática ensinada até a 8ª série. A matemática trata de noções e verdades de natureza abstrata, essa é uma das razões da sua força e importância. A perseverança, a dedicação e a ordem no

trabalho são qualidades indispensáveis para o estudo da matemática. Mas há alguns motivos que levam ao mau resultado em matemática: pouca dedicação aos estudos por parte dos alunos; despreparo dos seus professores nas escolas que frequenta; o conhecimento matemático ser encadeado e cumulativo. Esse aspecto de dependência acumulada dos assuntos matemáticos leva a uma seqüência necessária, que torna difícil pegar o bonde andando, e muitas vezes provoca uma síndrome conhecida como “ansiedade matemática” (Entrevista de Lages Limas, 1995).

O caráter cumulativo, também está contido no artigo Markarian (1998), na revista do professor de matemática; as carências acumuladas incluindo as carências de informação e de sistemática, geram imensas dificuldades na compreensão de novas idéias. A boa compreensão dos conceitos anteriores, sua memorização, a prática, são quase imprescindíveis para entender razoavelmente as etapas mais avançadas. facilitar o aprendizado, consolida mais facilmente o novo. Carências em alguns aspectos refletem-se em debilidades nos outros.

Markarian, ainda nos diz que; o saber matemático, além da armazenagem de informações, inclui a realização de um número muito grande de operações e rotinas a serem aplicadas em ordem correta e com precisão. Também, o aprendizado da matemática depende muito de uma linguagem e de símbolos próprios e específicos; tornando-a mais inaceitável. As dificuldades inerentes à linguagem e ao simbolismo matemáticos obrigam a tomar o devido cuidado na utilização de tais instrumentos no ensino. Nessa categoria de problemas também entram os padrões, esquemas, palavras-chave que o estudante deve poder reconhecer rapidamente para utilizar as técnicas adequadas.

A linguagem, os símbolos e os padrões matemáticos são ferramentas de comunicação e sistematização fundamentais. Enriquecem a capacidade de transmissão, simplificam modos de pensar, ajudam a chegar diretamente ao cerne dos problemas; clarifica a apresentação de idéias complicadas e evita rodeios na descrição de situações (*Markarian*, 1998).

A matemática que é imposta ao estudante mais parece grego. trata dos mesmos temas, mas despreza a informação que vem de casa. Tudo em nome do cumprimento de um currículo ultrapassado, abstrato, baseado numa formalização proposta há mais de 2000 anos. A sala de aula deve ser de idéias, trabalhos em grupo e efervescência do raciocínio; só fazer a turma gostar da aula não significa

que todos estejam aprendendo. “É preciso fazer evoluir o conhecimento.” (Falzetta, 2002)

Falzetta, nos alerta a dez crenças que devem ser evitadas, pois “Tem professor que, na correção, só olha as respostas”. Óbvio que a estratégia adotada pelo estudante para resolver o problema tem o mesmo peso (ou até mais) do que o resultado obtido. “Ensinar sabendo é melhor do que acertar a acaso.” As dez crenças foram listadas por Kátia e Maria Ignez, são falsas verdades que devem ser invertidas pelo professor de matemática: Problemas têm sempre solução, e são sempre expressos na forma de texto; é preciso resolvê-los com um conjunto de contas; os dados para a resolução aparecem na rodem direta; todos os dados estão no enunciado; a resposta é sempre única; a resolução deve ser rápida; se errar não adianta investigar, é preciso começar de novo; o acerto só vem com esforço e prática; uma questão não pode gerar confusão ou dúvida, pois o professor não pode fazer isso com a turma. No entanto, valorize o raciocínio (a aprendizagem), não a “resposta correta.”

Segundo Ávila (1993); é preciso ter presente que o objetivo de todo ensino, seja matemática, seja de qualquer outra disciplina, é transmitir idéias, estimular o pensamento independente e a criatividade.

Porém, Toom (2000) em seu artigo, nos apresenta um confronto: “Se as crianças devem aprender os algoritmos aritméticos usando papel e lápis ou se, em vez disso, devem usar calculadora.” Pois o uso de calculadora foi transformado numa questão de prestígio, e que assim liberaria o tempo das crianças para adquirir. “habilidades de pensamento de alto nível”, mas, de fato, observou-se o oposto. Muitos professores da universidade queixam-se que seus alunos são incapazes de fazer simples contas.

Gonçalves (1998), em seus estudos, levanta algumas questões à respeito do fracasso em matemática: “onde está o problema do fracasso? No sistema? No aluno? Não poderá estar também no professor? Explicar o fracasso dos alunos com argumentos de que “não têm base”, são desinteressados” e “o ensino está fraco”, não resolve a questão. “O aluno chega fraco” é uma expressão que se ouve. Mas, o que é ser fraco? Fraco com relação a quem? O aluno deverá aprender o conteúdo num tempo “arbitrário” pré-estabelecido? Que parâmetros foram usados para definir conteúdo e tempo? Como cada indivíduo tem um tempo próprio para assimilar conhecimentos e, numa turma muitos alunos, a cada um está associado um tempo

específico para aprender. Como otimizar esse tempo em função de um conteúdo pré-estabelecido que deve ser cumprido? A dinâmica adotada na exposição de conhecimentos pelo professor em sala de aula se adequa à forma com que os alunos se comunicam e convivem socialmente?

A partir dessas observações, Gonçalves propôs a desenvolver uma metodologia de ensino que permitisse: criar material didático que responda as necessidades do aluno, permitindo que ele tenha consciência de que o agente principal no processo ensino-aprendizagem. É essencial que o aluno seja convocado a exhibir, o seu potencial. Um material que o convide a atuar, a tomar decisões, a descobrir soluções. O aluno deve sentir-se responsável pela tarefa de se ensinar, de se monitorar. “A capacidade de aprender tempo necessário ao aluno para que ele mostre sua competência num objetivo de ensino.”

Gazire (1997), nos apresenta que a maioria desses seres humanos têm grandes dificuldades em entender e aprender matemática, se ela é um pouco mais complexa. Muitas profissões são decididas com base no medo da matemática, o que leva ao impulso de evitá-la.

Porém, *Valente* (2000), mostra que grande parte das dificuldades não são da ordem da matemática, mas, com frequência, de experiências opressivas no passado, bem com da construção do espaço de sala de aula.

Os estudos, acima mencionados, nos afirmam a todo momento a complexidade relativa do conteúdo programático em matemática, e enumeram fins que possam transformar a matemática numa matéria mais acessível e agradável, tornando também os alunos mais interessados.

O presente estudo destina-se, portanto, a investigar a concepção que um grupo de estudantes da região de Bom Despacho têm a respeito das causas do fracasso em matemática e observar o índice de aproveitamento, ou então, os conceitos atribuídos aos estudantes numa avaliação de “Progressão continuada”.

2. Método

Concepção dos estudantes acerca das causas do fracasso relativo à matemática de 5ª à 8ª série, ou de 2º Ano Ciclo Intermediário ao 2º Ano do Ciclo Avançado do regime de ciclo, ou seja, progressão continuada e também ao período correspondente de 5ª a 8ª série d Ensino continuado (supletivo).

No regime de progressão Continuada, a reprovação não deve acontecer. A avaliação, como parte da proposta pedagógica da escola, estará acontecendo em todos os momentos do trabalho pedagógico, como uma das formas de reconhecimento dos diferentes ritmos e necessidades do aluno.

Primeiramente, foi pedido a alguns alunos que citassem dois motivos que os levassem a ter dificuldades em matemática. A aplicação do instrumento foi individual e realizada no horário escolar. Aos alunos foram requisitado que se identificassem, devendo fornecer também o nome da escola, série e cidade. Cópia do instrumento utilizado encontra-se no Anexo A.

Os 83 estudantes que participaram deste primeiro momento cursavam em escolas públicas e particulares localizadas em área urbana de Bom Despacho. Dezesseis alunos cursavam em escola com regime seriado; sendo 5 da 5ª série, 5 da 6ª série e 6 da 7ª série, variando uma idade de 10 a 13 anos. Oito alunos cursavam em escola de ensino continuado (supletivo), com a idade variando de 15 a 31 anos. E cinqüenta e nove cursavam em escola de regime ciclo; sendo 10 do 2º Ano do Ciclo Intermediário, 17 do 3º Ano do Ciclo Intermediário, 16 do 1º Ano do Ciclo Avançado e 16 do 2º Ano do Ciclo Avançado; variando uma idade de 10 a 18 anos.

Posteriormente, foi pesquisado nos arquivos de seis escolas; entre elas, as que foram aplicado o primeiro estudo; os resultados finais de todos os períodos correspondentes de a 5ª a 8ª série, de cinco anos atrás, ou seja, de 1997 a 2001. Analisando assim o índice de aproveitamento ou conceito em matemática, não sendo observado a reprovação ou retenção do aluno.

A partir do primeiro estudo, foram condensados as respostas dos alunos em cinco motivos mais freqüentes que os levam a ter dificuldade em matemática. A seguir, foi indicado aos alunos que enumerassem em ordem crescente de dificuldade, o motivo que lhes fosses primordial atribuindo o número 1, o segundo o número 2 e assim sucessivamente. Cópia do instrumento utilizado encontra-se no Anexo B.

Dos 2121 alunos que cursavam de a 5ª a 8ª série e períodos correspondentes nestas escolas; estes trabalho foi aplicado a 663 alunos, propiciando um erro estatístico de 3,15% no resultado obtido. Neste trabalho foi requisitado do estudante apenas nome da escola e série a que estavam cursando. A aplicação deste instrumento foi coletivo e realizado no horário escolar. Sendo possível ser aplicado

apenas em três escolas pois as outras estavam em greve; sendo 206 alunos da a 5ª ou 2º Ano do Ciclo Intermediário, 162 da a 6ª série ou 3º ano do Ciclo Avançado e 175 da 8ª série ou 2º Ano do Ciclo Avançado. As respostas foram analisadas separadamente por série e período correspondente e num todo.

3. Resultado

Uma vez que o grupo de escolas que participaram do estudo representa apenas uma parte das escolas de Bom Despacho, não podendo, portanto, o resultado ser tomado como representativo da realidade de todas as escolas da área de Bom Despacho.

A apresentação dos resultados foi, então, organizada para se observar o índice de aproveitamento ou dificuldade em matemática e quais são os motivos que levam os alunos a tal desempenho em matemática.

3.1 Índice de aproveitamento ou Relação de Conceito em matemática.

3.1.1 Aproveitamento em matemática no Ensino Continuoado (Supletivo)

Na escola de ensino continuado, o aluno se matricula na matéria de seus escolha, passando a ter acesso a todo material de estudo; não é cobrado a ele freqüência, mas se caso precisar esclarecer alguma dúvida há sempre um professor a sua disposição, na escola, e quando o aluno sentir preparado, lhe é aplicado uma avaliação, para constatar seu aproveitamento.

Tabela 1- Estudantes matriculados em matemática e o índice de conclusão.

ANO	MATRICULADOS	CONCLUÍRAM	% QUE CONCLUÍRAM
1997	66	31	47%
1998	103	34	33%
1999	70	25	36%
2000	91	31	34%
2001	106	30	28%
TOTAL	436	151	35%

Fonte: Ata de matrícula e conclusão, em matemática.

Pela tabela, percebe-se que há uma grande rejeição à matemática. Muitas pessoas que param seus estudos e depois de certo tempo retoma-os, preferem concluir todas as outras disciplinas para depois se matricularem em matemática e mesmo assim a porcentagem de conclusão é pequena, pois têm insegurança para fazerem a “prova de matemática” por ser uma matéria mais complexa, que requer mais dedicação.

3.2.1 Regime seriado, aproveitamento em matemática

Em 1997, todas as escolas eram regime seriado, onde a nota prevalecia para a avaliação do aproveitamento do aluno, tendo que alcançar uma média de 60%, para seu bom desempenho.

Tabela 2 – Índice de aproveitamento em matemática, 1997

série	cursaram	com média	sem média	% sem média
5ª	522	447	75	14%
6ª	483	417	66	14%
7ª	463	398	65	14%
8ª	430	366	64	15%
TOTAL	1898	1628	270	14%

Fonte: Diários de secretaria e atas de resultados finais.

Nota-se que o índice de aproveitamento é muito pequeno, há muitos alunos que apresentam dificuldade em matemática, não variando de série para série no ano 1997, podendo assim dizer que a dificuldade era homogênea.

Em 1998 e 1999 havia apenas uma escola em regime seriado.

Tabela 3 – Índice de aproveitamento em matemática 1998

Série	cursaram	com média	sem média	% sem
-------	----------	-----------	-----------	-------

				média
5 ^a	120	119	1	0,8%
6 ^a	120	100	20	17%
7 ^a	120	114	6	5%
8 ^a	136	114	22	16%
TOTAL	496	447	49	10%

Fonte: Condensados de resultados finais.

Tabela 4 – Índice de aproveitamento em matemática 1999.

série	cursaram	com média	sem média	% sem média
5 ^a	125	121	4	3%
6 ^a	136	128	28	6%
7 ^a	133	113	20	15%
8 ^a	133	117	16	12%
TOTAL	527	479	48	9%

Fonte: Condensados de resultados finais.

Observa-se na tabela uma variação quanto aos alunos que tem dificuldade em matemática de ano para outro, o que pode ser explicado, às vezes, a falta de assimilação dos conteúdos anteriores, o modo como é exposta a matéria.

Nos anos 2000 e 2001, surge uma nova escola particular com regime seriado, o que nos proporciona agora resultados de duas escolas no regime seriado.

Tabela 5 – Índice de aproveitamento em matemática, 2000.

série	cursaram	com média	sem média	% sem média
5 ^a	127	110	17	13%
6 ^a	146	117	29	20%
7 ^a	148	128	20	14%
8 ^a	136	113	23	17%
TOTAL	557	468	89	16%

Fonte: Condensado de resultados finais.

Tabela 6 – Índice de aproveitamento em matemática, 2001.

série	cursaram	com média	sem média	% sem média
5 ^a	134	120	14	10%
6 ^a	153	142	11	7%
7 ^a	145	127	18	12%
8 ^a	160	143	17	11%
TOTAL	592	532	60	10%

Fonte: Condensado de resultados finais.

No entanto, nas tabelas certifica-se que os alunos que apresentam dificuldade em matemática são muitos e tornam constantes tendo poucas oscilações entre uma série e outra, entre um ano e outro.

3.3.3 Progressão continuada, aproveitamento em matemática

A progressão continuada não elimina a avaliação, tendo com um de seus princípios o respeito ao desenvolvimento d ser humano, que não corresponde ao tempo cronológico e administrativo usualmente adotado pelas escolas; mas às vezes, a aprovação automática, tem sido mal interpretada, passando o aluno das mãos de um professor para as de outro, sem assumir a responsabilidade de verificar o seu desenvolvimento.

A progressão continuada propõe que se faça o acompanhamento passo a passo do aluno; avaliação e organização que asseguram o seu desenvolvimento.

A partir de 1998, a maioria das escolas de Bom despacho optaram pelo regime de ciclo. Além das muitas observações que são propostas, a atenção também era voltada à frequência tendo o aluno que obter 75% das frequências para ser considerado apto a continuar o seu desenvolvimento. De 1998 a 2000, em algumas escolas ainda se tinha acesso às notas mesmo que elas não resultassem na aprovação ou reprovação, mas de alguma forma representa o desenvolvimento do aluno.

Tabela 7 – Índice de aproveitamento em matemática do 1º ano ao 4º ano do 2º ciclo, em 1998.

Ano	cursaram	com média	sem média	% sem média
1º	359	333	26	7%
2º	387	346	41	11%
3º	313	286	27	9%
4º	300	254	46	15%
TOTAL	1359	1219	140	10%

Fonte: Ata de resultados finais e diários de secretaria.

Tabela 8 – Índice de aproveitamento em matemática do 1º ano ao 4º ano do 2º ciclo, em 1999.

Ano	cursaram	com média	sem média	% sem média
1º	402	345	57	14%
2º	319	290	29	9%
3º	353	305	48	14%
4º	281	267	14	5%
TOTAL	1355	1207	148	11%

Fonte: Ata de resultados finais e diários de secretaria.

Vale observar que os alunos sem média, não podem ser considerados como retidos ou reprovados. Podendo ser constatado apenas a quantidade de alunos que têm dificuldade em matemática, concluindo também a despreocupação com nota por parte dos alunos, nestes anos que ainda são possível analisar as notas.

Em 2000, as denominações dos ciclos passaram a ser 2º ano do Ciclo Intermediário (2ACI), 3º ano do Ciclo Intermediário (3ACI), 1º ano do Ciclo Avançado (1ACA) e 2º ano do Ciclo Avançado (2ACA). E algumas escolas passaram a conceituar o aluno em MB (muito Bom), B (Bom), R (Regular), F (Fraco) e I (Insuficiente), havendo aquelas que continuam com notas, mesmo que estas não resultassem na aprovação ou reprovação.

Tabela 9 – Índice de aproveitamento em matemática do 2ACI ao 2ACA em 2000.

Ano	cursaram	com média	sem média	% sem média
2ACI	273	187	86	32%
3ACI	269	246	23	9%
1ACA	229	186	43	19%
2ACA	187	151	36	19%
TOTAL	958	770	188	20%

Fonte: Ata de resultados finais e diários de secretaria.

Tabela 10 – Conceitos atribuídos as alunos em matemática do 2ACI ao 2ACA em 2000.

Ano	cursaram	MB	%	B	%	R	%	F	%	I
2ACI	40	5	12%	14	35%	12	30%	8	20%	1
3ACI	67	9	13%	15	22%	20	30%	20	30%	3
1ACA	34	1	3%	19	56%	7	20,5%	7	20,5%	-
2ACA	54	7	13%	26	48%	6	11%	9	17%	6
TOTAL	195	22	11%	74	38%	45	23%	44	23%	10

Fonte: Ata de resultados finais e diários de secretaria.

Em 2001, os conceitos A, B e C foram adotados por todas as escolas que eram de regime de Ciclo.

Tabela 10 – Conceitos atribuídos as alunos em matemática do 2ACI ao 2ACA em 2001.

Ano	cursaram	A	%	B	%	C	%
2ACI	359	76	21%	196	55%	87	24%
3ACI	300	52	18%	157	52%	91	30%
1ACA	313	80	26%	129	41%	104	33%
2ACA	241	77	32%	90	37%	74	31%
TOTAL	1213	285	24%	572	347%	356	29%

Fonte: Ata de resultados finais e diários de secretaria.

Através das tabelas acima, detecta-se apenas a quantidade de alunos que têm dificuldade em matemática, e que com o passar dos anos, com a mudança de regime seriado para regime de ciclo, a nota deixou de ser uma preocupação para os estudantes. Mas através dos conceitos podemos observar que há uma grande quantidade de alunos com conceito C, ou seja, que não atingiram os objetivos propostos.

Agora, podemos estudar alguns dos motivos que proporcionam aos estudantes tamanha dificuldade em matemática.

3.2 As causas do fracasso em matemática

Através das respostas do instrumento do Anexo A, foram condensadas em cinco causas do fracasso em matemática que iremos apresentar, mas elas serão representadas na ordem em que o aluno as consideraram primordiais.

Organizamos as respostas em forma de tabelas para que fique mais fácil a visualização, podendo assim, serem analisadas de diversas formas, mas analisaremos sempre na horizontal, o maior número de alunos que atribuíram o primeiro lugar a um determinado motivo.

Enumeraremos as causas, ou seja, os motivos na tabela, de acordo com a apresentação do documento no Anexo B: **1** => Falta de sintonia entre professor e aluno. **2** => Falta de interesse pela matéria. **3** => A mistura de números e variáveis (letras), muito abstrato. **4** => A falta de exemplos de aplicação da matemática no nosso dia-a-dia. **5** => Falta de domínio nos conteúdos anteriores. E a classificação em 1º, 2º, 3º, 4º e 5º lugar.

Pelas tabelas que serão apresentadas, verifica-se que a primordialidade dos motivos variam de acordo com a série ou período do estudante. Esta variação podendo estar sendo influenciada por vários itens – alteração de professor, maturidade, complexidade da matéria e outros.

Tabela 12 – Classificação dos motivos referentes às turmas de 5ª série e 2º ano do ciclo Intermediário de 2002 (206 alunos)

Motivos				
1	2	3	4	5

Classificação	1°	39	52	52	25	38
	2°	35	30	42	47	52
	3°	35	26	52	52	41
	4°	46	34	41	44	41
	5°	51	64	19	38	34

Fonte: alunos de 5ª série e 2ACI

Pela tabela observou-se que ocorreu um empate referente ao motivo principal par a falta de aprendizagem em matemática. Em primeiro lugar, a falta de interesse pela matéria e a mistura de números e variáveis (letras), muito abstrato; podendo ser explicado pela imaturidade e pelo aluno estar em uma situação diferente da que ele vivenciava de 1° a 4° série ou período correspondente, tendo assim 29% dos alunos com esta opinião; 2° lugar, falta de domínio nos conteúdos anteriores, com 25%; 3° lugar, a falta de aplicação da matemática no nosso dia-a-dia e 4° lugar, falta de sintonia entre professor e aluno, com 22%

Tabela 13 – Classificação dos motivos referentes às turmas de 6ª série e 3º ano do ciclo Intermediário de 2002 (162 alunos)

		Motivos				
		1	2	3	4	5
Classificação	1°	28	24	71	15	34
	2°	29	27	27	35	44
	3°	35	25	24	39	39
	4°	43	31	23	41	24
	5°	27	55	17	32	31

Fonte: alunos de 6ª série e 3ACI

Nas 6ª séries e 3ACI, a opinião é que o 1º motivo a causar o fracasso em matemática é a mistura de números e variáveis (letras), muito abstrato, com 44% dos alunos; o 2º lugar é a falta de domínio nos conteúdos anteriores com 27%; porém, às vezes podemos explicar este item com a falta de interesse que constatamos na 5ª série ou 2ACI; 3º lugar, a falta de aplicação da matemática no nosso dia-a-dia com 24% dos alunos; 4º lugar com a falta de sintonia entre professor e aluno 27%; 5º lugar, falta de interesse pela matéria, com 34% dos alunos.

Tabela 14 – Classificação dos motivos referentes às turmas de 7ª série e 1º ano do ciclo Avançado de 2002 (120 alunos)

		Motivos				
		1	2	3	4	5
Classificação	1º	25	25	41	11	18
	2º	30	23	30	14	23
	3º	17	19	21	27	36
	4º	15	35	20	30	20
	5º	33	18	8	38	23

Fonte: alunos de 7ª série e 1ACA

Na tabela, podemos observar que a maioria dos 120 alunos pesquisados, acreditam que a mistura de números e variáveis (letras), muito abstrato, com 34%; que causa a maior dificuldade em matemática. Em 2º lugar aparece a falta de sintonia entre professor e aluno (25%), nesta idade, o aluno começa a observar mais o professor, e se o professor não corresponde às suas expectativas, o aluno toma antipatia pelo professor e matéria. No 3º lugar, falta de domínio nos conteúdos anteriores (30%); 4º lugar, falta de interesse pela matéria (29%) e 5º lugar, a falta de exemplos de aplicação da matemática no nosso dia-a-dia com 32% dos alunos com a mesma opinião.

Tabela 15 – Classificação dos motivos referentes às turmas de 8ª série e 2º ano do ciclo Avançado de 2002 (175 alunos)

		Motivos				
		1	2	3	4	5

Classificação	1°	57	31	31	16	40
	2°	35	33	39	33	35
	3°	25	31	26	58	35
	4°	27	38	46	35	29
	5°	31	42	33	33	36

Fonte: alunos de 8ª série e 2ACA

Em 1º lugar, a falta de sintonia entre professor e aluno, com 33%; 2º lugar, a mistura de números e variáveis (letras), muito abstrato, 22%; 3º lugar, a falta de exemplos de aplicação da matemática no nosso dia-a-dia (33%); 4º lugar falta de interesse pela matéria (22%) e com 21% dos alunos com a mesma opinião, a falta de domínio nos conteúdos anteriores é o que menos causa dificuldade em matemática.

Através das análises, visualiza-se que o motivo **2** => Falta de interesse pela matéria; pode estar diretamente ligado à maturidade dos estudantes que se torna mais responsáveis à medida que os anos passam, pois a todo momento, o aluno precisa de incentivo e observa no professor o gosto pela matéria, causando também **1** => falta de sintonia entre professor e aluno, que torna um fator essencial para a defasagem na aprendizagem do aluno, esquecendo assim de um dos mandamentos de *Pólya* (1959) “Procure ler o semblante dos seus alunos; procure enxergar suas expectativas e suas dificuldades, ponha-se no lugar deles.”

Depois de uma análise por série e anos correspondentes, resta-nos apresentar um resultado global, reunindo (663 alunos), em apenas uma tabela.

Tabela 16 – Classificação dos motivos referentes a todos os estudantes 5ª a 8ª série e anos correspondentes de 2002 (663 alunos)

		Motivos				
		1	2	3	4	5
Classificação	1°	149	132	195	67	120
	2°	129	113	138	129	154
	3°	112	101	123	179	151
	4°	131	138	130	150	114
	5°	142	179	77	141	124

Fonte: alunos de 5ª a 8ª série e anos correspondentes.

Ao fazer uma avaliação deste último resultado, verifica-se que alterou em comparação com as tabelas por série ou anos correspondentes. Em 1º lugar se encontra a mistura de números e variáveis (letras), muito abstrato, com (29%); constatada também por Markarian (1998), “As linguagens e simbolismos da matemática, a tornam mais inacessível, mas é um mal necessário.” No 2º lugar a falta de domínio nos conteúdos anteriores (23%); “Um aluno pode saber praticamente tudo sobre a proclamação da república brasileira e ignorar completamente as capitâneas hereditárias; mas não será capaz de estudar Trigonometria se não conhecer os fundamentos da Álgebra, nem entenderá essa última se não souber as operações aritméticas, etc.” (Lages Lima, 1995). 3º lugar, a falta de aplicação da matemática no nosso dia-a-dia (27%), como nos sugere Falzetta (2002); “Ninguém precisa ensinar uma criança a abrir uma caixa ou a dobrar um papel. Mas o professor deve enxergar isso e levar o conceito para a classe.” Em 4º lugar, a falta de interesse pela matéria (21%); como já foi dito por Gonçalves (1998), “O aluno deve conviver com um material didático que esteja próximo da sua linguagem, que o convide a atuar, a tomar decisões, a descobrir soluções. O aluno deve sentir-se responsável pela tarefa de se ensinar, de se monitorar.” E em último lugar, falta de sintonia entre professor e aluno (21%), Pólya (1959) “Muitos de nós conheceram professores que sabiam suas matérias mas eram capazes de estabelecer contato com seus alunos.”

4. Conclusão

Este trabalho nos deu uma visão parcial das causas dos fracasso em matemática, pois não foi possível a completa investigação, por as escolas estaduais se encontrarem de greve. Mas através dos estudos apresentados visualiza-se a importância que a organização didático-pedagógica assume na aprendizagem dos estudantes.

A matemática não é muito difícil, mas sim complexa, requerendo mais atenção, dedicação e ordem no trabalho; no entanto toda pessoa normal, com capacidade de ler e escrever, sem talentos, é capaz de aprender toda a matemática ensinada até a 8ª ou ano correspondente.

Ainda há muito para investigar a respeito do fracasso em matemática. O presente trabalho é uma pequena contribuição, uma vez que evidencia apenas as causas dos fracassos em matemática em cinco escolas da região de Bom Despacho, podendo ser aprimorado futuramente.

5. Agradecimento

A Deus, agradeço pela inteligência e esta oportunidade que colocou em meu caminho.

À FASF (Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco) pelo convite e incentivo durante todo o meu projeto; aos professores envolvidos; em especial ao Professor “Gerson Alves Ferreira” por sua orientação.

Às escolas, diretores, professores e alunos pela colaboração recebida, o meu muito obrigada.

À minha família e namorado, em particular; o incentivo que me deram foi de total importância.

6. Referências Bibliográficas

ÁVILA, G. (1993). *Ensino da matemática, revista do Professor de Matemática*, São Paulo, p. 1-7.

CORREA, J. & MAC LEAN, M. *Era uma vez... um violão chamado matemática: um estudo intelectual da dificuldade atribuída à matemática*. Brasil. 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.com.br>>. Acesso em: 20 mar. 2002.

FALZETTA, R. (2002). *A matemática pulsa no dia-a-dia*, Nova Escola, São Paulo, 150, p.18 – 24.

GAZIRE, E.S (1997). *Educação Matemática*, Mat News, Belo Horizonte, pág. 5-8.

GONÇALVES, M.C.N.S. (1998). *Uma Alternativa para o Ensino da Matemática*, Mat News, Belo Horizonte, 2, p. 25 – 29.

LIMA, E.L. (1995). *Sobre o Ensino da Matemática*, *Revista do Professor de Matemática*, São Paulo, 28, p. 1 – 5.

POLYA, G. (1959. & MAIA, M.C. (1987). *Dez Mandamentos para professores*, *revista do Professor de Matemática*, São Paulo, 10, p. 2 – 10.

TOOM, A. (2000). *Observações de um matemático sobre o ensino de matemática*, *Revista do Professor de Matemática*, São Paulo, 44, p. 3 – 9.

VALENTE, J. P. *Sobre um modo de transmissão da matemática*. Brasil. 2000.
Disponível em: <<http://www.scielo.com.br>> Acesso em: 20 mar. 2002.

ANEXO A

Instrumento utilizado no primeiro momento.

OBRAS SOCIAIS E EDUCACIONAIS DA MITRA DIOCESANA DE LUZ
FACULDADE DE FILOSOFIA CIÊNCIAS E LETRAS DO ALTO SÃO FRANCISCO
CGC: 18.301267/70001/84

Av. Laerton Paulinelli, 153 – Bairro Monsenhor Parreiras–Luz/MG

E-mail: fasf@catedralnet.com.br - Telefax: (37) 34213434

- PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA–
DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA

Professor Orientador: Prof. Gerson Alves Ferreira

Aluna: Aline Rodrigues Ferreira

O Departamento de Matemática da FASF/LUZ está desenvolvendo um projeto de iniciação Científica e dentre os temas desenvolvidos estamos pesquisando as **Causas do Fracasso em Matemática de 5ª a 8ª série**.

NOME DA ESCOLA:

NOME DO ALUNO:

SÉRIE: _____ IDADE: _____

➤ Cite dois motivos que o leva a ter dificuldade ou a não gostar de matemática:

1)

2)

ANEXO B

Instrumento utilizado posteriormente.

OBRAS SOCIAIS E EDUCACIONAIS DA MITRA DIOCESANA DE LUZ
FACULDADE DE FILOSOFIA CIÊNCIAS E LETRAS DO ALTO SÃO FRANCISCO
CGC: 18.301267/70001/84

Av. Laerton Paulinelli, 153 – Bairro Monsenhor Parreiras–Luz/MG

E-mail: fasf@catedralnet.com.br - Telefax: (37) 34213434 – site:

<http://www.fasf.edu.br>

PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA
DA FASF/LUZ

ALUNA: Aline Rodrigues Ferreira

PROFESSOR ORIENTADOR: Prof. Gerson Alves Ferreira

Prezados alunos, para o bom desempenho do nosso trabalho contamos com sua valiosa contribuição. Os itens abaixo são tópicos que o leva a ter dificuldade em

matemática segundo entrevista feita com alunos de 5ª a 8ª série, enumere esses itens em ordem crescente de dificuldade.

ESCOLA: _____ **SÉRIE:**

- () Falta de sintonia entre professor e aluno.
- () Falta de interesse pela matéria.
- () A mistura de números e variáveis (letras), muito abstrato.
- () A falta de exemplos de aplicação da matemática no nosso dia a dia
- () Falta de domínio nos conteúdos anteriores.

Prof. Rodney Alves Barbosa
Romagnoli Silveira Lima
(Coordenador do Curso de Matemática)
Iniciação científica.

Prof. Frederico

(Coordenador do Programa de

DEMAT/FASF)

0902RE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DE JOVENS E ADULTOS E NOVAS TECNOLOGIAS

Arlindo José Souza Júnior¹

Douglas Silva Fonseca²

RESUMO:

Um aspecto que nos vem chamando a atenção em nossa investigação sobre a educação de Jovens e Adultos é a possibilidade de se utilizar as novas tecnologias (calculadora e computador) no processo de ensinar e aprender matemática.

No presente estudo pretendemos apresentar um trabalho desenvolvido no laboratório de informática, junto a alunos³ jovens e adultos. Ele tem com base metodológica o trabalho colaborativo envolvendo os professores das escolas e os alunos do curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Uberlândia.

Nesta investigação pretendemos analisar os sentidos e significados atribuídos pelos alunos em relação a esta prática pedagógica desenvolvida, aspectos como: Conhecimentos de informática; Avaliação no uso do computador em sua aprendizagem com relação a Matemática e Avaliação crítica do processo.

Entendemos que é importante investigar as experiências dos “alunos” em relação a utilização das novas tecnologias no seu cotidiano no sentido de compreender as possibilidades de se desenvolver uma aprendizagem significativa da Matemática.

¹ Professor da Faculdade de Matemática e do Programa de Pós- Graduação em Educação -UFU- Uberlândia- MG

² Aluno do Curso de Graduação em Licenciatura em Matemática –UFU- Uberlândia- MG

³ Cursando a 3º série do 2º grau da Escola Básica da Universidade Federal de Uberlândia.

0903 CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS - EJA

Átila Azevedo¹

Adalberto Pastana²

Eduardo Cotta³

RESUMO

Uma das estratégias que a Escola Municipal Aurélio Pires vem desenvolvendo, ao longo dos últimos anos, é a reenturmação dos alunos para a participação de cursos com caráter optativo. Essa estratégia é desenvolvida por todos os segmentos da escola, inclusive na modalidade – Educação de Jovens e Adultos.

No segundo semestre de 2000 foi oferecida a optativa hoje intitulada - “Construção do conhecimento científico” a partir do diagnóstico: jovens e adultos com pouco contato com a manipulação de dados, alunos com a idéia de que experiência só se faz em laboratório mediante aparelhos sofisticados, alunos com interpretação de fenômenos com predominância do senso comum e alunos com vontade de compreender de forma significativa situações do cotidiano e suas relações com a Matemática.

No decorrer do trabalho, foram desenvolvidos conceitos e experiências sobre densidade, pressão e unidades de medidas, sempre procurando criar uma atmosfera onde se pudesse pensar, praticar, debater, abstrair e desenvolver registros.

A ação integrada de dois professores de áreas de conhecimento distintas e um estudante especialista, em um mesmo espaço e tempo de aula contribuiu significativamente para o enriquecimento da discussão e para a construção de um aprendizado articulado e significativo.

¹ – Professor de Matemática da rede Municipal de BH – E. M. Aurélio Pires e da rede particular – Colégio Santa Marcelina de BH

² – Professor de Ciências da rede Municipal de BH – E. M. Aurélio Pires

³ – Aluno do curso de mestrado em Física da UFMG

0904RE O ÁBACO NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA DE JOVENS E ADULTOS

Rita de Cássia Nascimento¹

RESUMO

O Ábaco na Educação de Jovens e Adultos é tão significativo quanto o livro ou o caderno. Sua utilização baseia-se em quantidades que o adulto conhece mas não consegue quantificar.

De tão fácil sua utilização a maioria dos professores de Jovens e Adultos não o incluem no currículo, desprezando-o.

Trago aqui uma proposta de inovar com o Ábaco. Fazendo todas as operações o aluno adulto que trás consigo a dificuldade na volta à escola se renova, e, aprende com facilidade a Matemática, identificando-a como uma ciência eficiente e eficaz.

Usando este material concreto na sala de aula o aluno cria a capacidade de questionar e busca solução para seu aprendizado.

Ao propor este relato de experiência, permito a discussão sobre qual material utilizar com jovens e adultos, que retornam à sala de aula em busca de completar seus estudos em tempo hábil, para cumprir a necessidade de estar dentro do contexto sócio-cultural.

¹ Universidade Federal de Ouro Preto

0905RE A FORMAÇÃO DO EDUCADOR MATEMÁTICO A PARTIR DA EXPERIÊNCIA DE LECIONAR NUM PROJETO DE EJA.

Priscila Coelho Lima

Marina Eliza Pacífico Quirino

Paula Resende Adelino

Vinícius Lage de Oliveira¹

Maria da Conceição Ferreira Reis Fonseca (orientadora)²

RESUMO

Neste trabalho pretendemos refletir sobre nossa formação enquanto Educadores Matemáticos. Consideramos que a experiência adquirida ao lecionar em um Projeto de Educação de Jovens e Adultos, como PROEF-II, tem sido um grande diferencial em nossa formação. Estarmos inseridos neste Projeto de Extensão nos propicia a aquisição de uma fundamental autonomia para com a seleção de conteúdos e a elaboração de recursos didáticos. Estas são possibilitadas e respaldadas pelo acompanhamento de um professor-orientador e pelas discussões proporcionadas pelos espaços privilegiados de reflexão sistemática. O fato de trabalharmos com pessoas adultas demanda o exercício da sensibilidade para com suas histórias de vida e a elaboração de estratégias específicas para o ensino da Matemática, que somente adquirimos na prática vivenciada e refletida.

¹ Graduandos em Matemática. Monitores-professores do Projeto de Ensino Fundamental de Jovens e Adultos da UFMG

² Doutora em Educação. Coordenadora da área de Matemática do Projeto de Ensino Fundamental de Jovens e Adultos da UFMG

COMUNICAÇÕES CIENTÍFICAS E RELATOS DE EXPERIÊNCIA

TEMA 10 RELAÇÕES ENTRE O ENSINO SUPERIOR E A ESCOLA BÁSICA

1001CC O ENEM E A SELEÇÃO PARA AS CIÊNCIAS EXATAS NA UFOP

Vilma Conceição da Silva¹

Marger da Conceição Ventura Viana²

RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo verificar o desempenho escolar dos alunos que ingressaram na UFOP com aproveitamento dos resultados do Exame Nacional do Ensino Médio-ENEM. Buscou-se a existência de alguma relação entre os resultados do ENEM e o desempenho escolar do aluno na UFOP (medido pelo coeficiente de rendimento geral). Realizou-se a comparação do desempenho escolar dos alunos que ingressaram com aproveitamento dos resultados do ENEM e o daqueles cujo ingresso não foi influenciado pelo ENEM, com um teste estatístico paramétrico (Anderson-Darling) e outro não paramétrico (Mann-Whitney). Simultaneamente, estudou-se textos que possibilitaram aprofundamento nos conceitos, competências e habilidades e concepções de avaliação do conhecimento. A pesquisa abrangeu os semestres letivos de 1999 a 2002. Foram selecionados alunos de cursos em que a Matemática é disciplina básica e para análise de suas vidas acadêmicas utilizaram-se questionário e entrevista semi-estruturada. A análise dos dados indicou que o desempenho escolar dos alunos que ingressaram nos referidos cursos parece estar relacionado com sua formação básica e a outros fatores que influenciam sua vida acadêmica e não pelo teste seletivo em si. Os resultados da pesquisa podem contribuir para a análise da validade da utilização dos resultados do ENEM na seleção para ingresso na UFOP.

Palavras - chave: Competências – habilidades - desempenho escolar - cognição – avaliação –

¹ Dep. Matemática-ICEB/UFOP

² Dep. Matemática-ICEB/UFOP

Introdução:

A partir de 1997 o Ministério da Educação apresentou uma nova política de reforma do Ensino Médio, propondo a educação para o trabalho por meio do incentivo à interdisciplinaridade, à contextualização e a transdisciplinaridade.

Neste contexto, foi criado o ENEM em 1998, pelo então Ministro da Educação Paulo Renato de Souza, cujo objetivo é o de avaliar a educação básica como parte da reforma requerida pelo ensino Brasileiro. A UFOP passou a utilizar integralmente os resultados do ENEM, como parte do processo seletivo para ingresso na Universidade a partir de 1999. A utilização dos resultados do ENEM levantou dúvidas nos professores quanto à eficiência do exame para selecionar candidatos para os cursos das ciências exatas onde o conhecimento matemático é básico.

O estudo proposto originou-se da polêmica estabelecida em torno do ENEM e sua utilização para seleção no ingresso na Universidade. Realizou-se, então esta pesquisa cujo tema é: o desempenho escolar dos alunos da UFOP que optaram pelo aproveitamento da nota do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) no exame vestibular para ingresso na UFOP. Assim, o problema a ser pesquisado foi: “Existe relação entre o resultado obtido pelo aluno no ENEM e seu desempenho escolar na UFOP?”. Dessa forma o objetivo do trabalho foi buscar alguma relação entre o resultado obtido pelo aluno no ENEM e seu desempenho escolar na UFOP. E o objeto de estudo foi o desempenho escolar do aluno no ENEM e na UFOP. O estudo abrangeu os anos de 1999 a 2002, período no qual os resultados do ENEM puderam ser totalmente aproveitados em parte do processo seletivo.

Realizou-se uma revisão da bibliografia sobre as mais variadas concepções sobre o conhecimento, como a concepção psicométrica da inteligência, os novos conceitos de inteligência trazidos pela ciência cognitiva, como a idéia das Inteligências Múltiplas (IMs), conhecimento em rede e competências e habilidades, buscando localizar o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e o tradicional Vestibular dentro destas concepções. Através de uma análise quantitativa do coeficiente de rendimento geral do aluno procurou-se correlacionar o desempenho dos alunos que ingressaram na UFOP pelo ENEM e os que ingressaram utilizando a nota da prova de múltipla escolha. Aplicou-se também um questionário e uma entrevista semi-estruturada em alguns estudantes dos cursos de ciências exatas e

professores dos respectivos departamentos com objetivo de aproximar mais da vida acadêmica do aluno.

A pesquisa procurou contribuir para ampliar a visão de inteligência e como isto poderá influenciar na criação de novos métodos seletivos para ingresso na Universidade. Realizou-se uma reflexão sobre o tradicional vestibular e a adoção do ENEM por várias Universidades. Não se defendeu um ou outro tipo de avaliação, pois é complexo realizar este tipo de análise. No entanto acredita-se ser necessário analisar as questões objetivas contidas nas provas de múltipla escolha.

Portanto, esse trabalho tem valor na medida em que se dirige a uma nova área das ciências cognitivas e também têm características ligadas às mudanças nos procedimentos atuais de avaliação, principalmente no que se refere aos processos seletivos de ingresso no ensino superior.

No Capítulo I deste artigo, definiu-se como marco teórico referencial as seguintes seções: concepções gerais sobre avaliação do conhecimento, concepção psicométrica da inteligência, novas concepções sobre o conceito de inteligência, concepções sobre a avaliação do conhecimento do ENEM, algumas concepções sobre a avaliação do conhecimento exigido no exame vestibular para ingresso na UFOP, e no capítulo II, as seções que tratam as questões metodológicas como: a análise do coeficiente geral de rendimento do aluno, análise dos resultados das respostas dos questionários e entrevistas e algumas reflexões sobre avaliação no ensino superior na UFOP.³

Questões metodológicas

Para avaliação do desempenho escolar tomou-se como medida o coeficiente geral de rendimento dos alunos que tiveram aproveitamento da nota do ENEM no exame vestibular para ingresso na UFOP e daqueles cujo ENEM não influenciou suas entradas na UFOP. Estes dados foram obtidos através do banco de dados do Núcleo Tecnológico da Informação (NTI). A pesquisa abrangeu os semestres letivos dos anos de 1999 a 2002.

Foram selecionados alunos de cursos onde a Matemática é considerada disciplina básica: a Engenharia Ambiental, de Controle e Automação, Civil,

³ Para maiores detalhes consultar Silva e Viana, 2003

Geológica, Metalúrgica, Minas, de Produção, Ciência da Computação, Licenciatura em Matemática, Física e Química. Para análise estatística dos dados fez-se a comparação do desempenho escolar dos alunos da UFOP que optaram pelo aproveitamento da nota do ENEM no exame vestibular para ingresso na UFOP e o daqueles cujo ENEM não influenciou suas entradas nesta Universidade. Para realizar esta comparação utilizou-se um teste paramétrico (Anderson-Darling) e outro não-paramétrico (Mann-whitney), dependendo do tipo de distribuição encontrada para cada grupo. Para análise da vida acadêmica discente aplicou-se um questionário² a alguns alunos dos cursos mencionados (200) abordando os seguintes pontos: tipo de escola onde concluiu o ensino médio, ou seja, pública ou particular, tipo de moradia, frequência às aulas e a biblioteca, comportamento frente ao estudo das matérias escolares, sua atitude perante as matérias básicas Cálculo, Física e Química. E, através de uma entrevista semi-estruturada⁴ onde foram propostas questões sobre o que o incentivou a escolher um curso das ciências exatas, sua impressão e expectativa sobre o curso escolhido, a segurança relativa à vida profissional, sobre a utilização das disciplinas de Cálculo, Física e Química no seu curso, sobre a relação do seu desempenho escolar e a atuação dos professores, sobre sua participação em projetos de pesquisa e monitoria, suas expectativas profissionais futuras, desta forma, procurou-se aproximar de um grupo mais restrito de alunos (12) para a obtenção de subsídios que assegurassem à pesquisa resultados mais consistentes.

Objetivando verificar se os professores da UFOP levam em consideração conteúdos tais como: competências, habilidades, hábitos, atitudes e valores, além dos conhecimentos específicos das disciplinas que lecionam aplicou-se um questionário (anexo XV) a professores de Matemática, Química, Física e Ciência da Computação. E Finalmente procurou-se analisar e interpretar os dados obtidos.

Análise do coeficiente geral de rendimento dos alunos

O ENEM foi criado em 1998, mas a UFOP passou efetivamente a utilizar os resultados do ENEM, como parte do processo seletivo para ingresso na Universidade somente a partir de 1999. Pelo banco de dados, somente no 2º

⁴ Para maiores detalhes consultar Silva e Viana, 2003

semestre de 1999 é que aparecem 04 (quatro) candidatos utilizando os resultados obtidos no ENEM, a utilização por um número maior de candidatos ocorreu entre 2000 e 2002. No período de 1999 a 2002, 664 candidatos foram selecionados para os cursos de ciências exatas utilizando os resultados do ENEM, contra 395 que foram selecionados pela prova de múltipla escolha. Esta seleção realizou-se da seguinte forma: a nota do ENEM, quando maior que a de múltipla escolha substituíria integralmente esta e o candidato passaria para 2ª etapa da seleção realizando a prova de questões abertas específicas para o curso pretendido. Dentro deste período e seguintes cresce a preocupação dos professores de matemática em relação ao desempenho escolar dos alunos, principalmente nas disciplinas do Departamento de Matemática, assim a partir do exame vestibular para o primeiro semestre de 2003, ocorreu uma alteração, como sugestão da coordenação do vestibular da UFOP, por sentir que alguns alunos que ingressaram utilizando a nota obtida no ENEM, aparentemente, demonstrou não possuir habilidades para ciências exatas. Assim, a utilização dos resultados do ENEM seguiu o seguinte procedimento, conforme consta do Manual do Candidato do Vestibular 2003, o candidato pôde utilizar metade do resultado do ENEM como se lê na página 14 do citado manual.

Utilizando o resultado da análise estatística do banco de dados fornecidos pelo Núcleo de Tecnologia da Informação (NTI) e as respostas obtidas através dos questionários e entrevistas procurou-se responder as seguintes questões: Existe relação entre o resultado obtido pelo aluno no ENEM e seu desempenho na UFOP? Será que o ENEM seleciona bons candidatos para as ciências exatas? Considerar-se-á a partir deste ponto como medida do desempenho escolar, o coeficiente geral de rendimento do aluno onde estão incluídas as disciplinas nas quais o aluno foi aprovado ou não. Este é calculado pela média ponderada das notas obtidas nas disciplinas pelos créditos de cada uma delas. A utilização deste coeficiente aproxima-se mais da vida acadêmica do aluno, nele estão inserido fatores internos e externos que influenciaram cada avaliação, cada disciplina, e cada semestre.

Para efeito de análise quantitativa de resultados obtidos optou-se por não trabalhar com amostra, mas com todo o universo. Assim, foram tratados os dados de todos os estudantes dos cursos de ciências exatas que ingressaram na UFOP nos anos 1999 (2º semestre) a 2002 (2º semestre). Antes desse período os resultados do

ENEM não eram aproveitados para o exame de ingresso do aluno na UFOP e após este período a utilização passa a não ser integral.

Analisou-se neste caso o coeficiente de rendimento dos alunos que tiveram os resultados do ENEM utilizados para aproveitamento na nota para o processo seletivo de ingresso na UFOP, a partir daqui designados alunos com ENEM, em comparação com os alunos que foram classificados apenas pela prova de múltipla escolha do Vestibular, a partir daqui designados alunos sem ENEM. A análise estatística dos dados baseou-se em dois testes: um teste paramétrico (Anderson-Darling) quando a distribuição foi considerada normal ($p > \alpha = 0,05$), e outro não paramétrico (Mann-Whitney), quando a distribuição não pôde ser considerada normal ($p < \alpha = 0,05$).

Foram realizadas duas análises dos dados, a primeira uma análise geral, considerando todos os cursos, a segunda considerando cada curso isoladamente. Para concluir sobre os resultados apresentados considerar-se-á o seguinte: Se um determinado curso apresenta um valor $p > \alpha = 0,05$, para alunos que utilizaram os resultados do ENEM (C/ENEM) e alunos que não utilizaram estes resultados (S/ENEM), estes coeficientes serão considerados iguais, ou seja este dois grupos possuem um desempenho escolar semelhante, apresentando ser um grupo que apresenta um mesmo comportamento. Se ocorre o contrário, ou seja, para alunos que utilizaram os resultados do ENEM (C/ENEM) e alunos que não utilizaram estes resultados (S/ENEM), o valor $p < \alpha = 0,05$ indicará que estes coeficientes são considerados diferentes, ou seja, alunos do curso se apresentam como dois grupamentos distintos, e conseqüentemente, possuem desempenho escolar diferentes este mesmo raciocínio será utilizado para concluir sobre a primeira análise.

Na primeira análise, comparou-se o coeficiente de rendimento de 664 alunos que ingressaram na UFOP utilizando os resultados do ENEM com o de 395 alunos que ingressaram na UFOP utilizando os resultados da prova de múltipla escolha do vestibular.

Análise geral – Todos os cursos

Nºde alunos	Valor p	Tipo de teste	Medianas	CR-Máximo	CR-Mínimo

C/ENEM: 664 S/ENEM: 395	P= 0,0236 ($p < \alpha = 0,05$)	Mann-Whitney Teste não paramétrico	C/ENEM:6, 3 S/ENEM:6, 5	C/ENEM:9, 5 S/ENEM:9, 3	C/ENEM:0, 0 S/ENEM:0, 0
----------------------------------	--------------------------------------	--	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

CR: Coeficiente de rendimento.

Observou-se que os dois grupos não apresentaram uma distribuição normal ($p < \alpha$), logo, para efetuar a comparação entre estes grupos utilizou-se o teste não paramétrico (Mann-whitney) que utiliza as medianas. O teste mostrou que há diferença significativa entre os dois grupos de dados. O valor $p = 0,0236$ ($p < \alpha = 0,05$) obtido pelo teste não paramétrico indica que os dois grupos são diferentes, portanto, possuem comportamentos distintos e desempenho escolar diferente. A análise descritiva dos dados, assim como gráficos de distribuição e resultados dos testes aplicados na análise geral e por cursos encontram-se disponíveis em Silva e Viana, 2003

Na segunda análise, os dados estão descritos por cursos quanto à normalidade na tabela 1.

Tabela 1- Resumo da Estatística descritiva por cursos quanto à normalidade dos dados.

Cursos	Valor p	Distribuição Normal?	Teste Paramétrico?
Eng. Ambiental	C/ENEM: $p = 0,000$	Não	não
	S/ENEM: $p = 0,942$	Sim	
Eng. Controle Automação	C/ENEM: $p = 0,004$	Não é normal	não
	S/ENEM: $p = 0,839$	É normal	
Eng. Civil	C/ENEM: $p = 0,000$	Não é normal	não
	S/ENEM: $p = 0,000$	Não é normal	
Ciência da Computação	C/ENEM: $p = 0,539$	É normal	não
	S/ENEM: $p = 0,012$	Não é normal	
Física	C/ENEM: $p = 0,309$	É normal	não
	S/ENEM: $p = 0,697$	É normal	

Eng. Geológica	C/ENEM: $p = 0,380$	É normal	sim
	S/ENEM: $p = 0,256$	É normal	
Matemática	C/ENEM: $p = 0,000$	Não é normal	não
	S/ENEM: $p = 0,000$	Não é normal	
Eng. Metalurgia	C/ENEM: $p = 0,539$	É normal	não
	S/ENEM: $p = 0,017$	Não é normal	
Eng. Minas	C/ENEM: $p = 0,971$	É normal	sim
	S/ENEM: $p = 0,228$	É normal	
Eng. Produção	C/ENEM: $p = 0,000$	Não é normal	não
	S/ENEM: $p = 0,000$	Não é normal	
Química Industrial	C/ENEM: $p = 0,457$	É normal	sim
	S/ENEM: $p = 0,374$	É normal	

Descreve-se a seguir os resultados dos testes paramétricos e não paramétricos aplicados a cada curso. Iniciou-se pelo curso Engenharia Ambiental, neste caso observa-se uma diferença significativa entre os dois grupos.

Curso: Engenharia ambiental

Nºde alunos	Valor p	Tipo de teste	Medianas	CR-Máximo	CR-Mínimo
C/ENEM: 57	$P = 0,000$ $(p < \alpha = 0,05)$	Mann-Whitney Teste não paramétrico	C/ENEM:6, 5	C/ENEM:8, 7	C/ENEM:0, 0
S/ENEM: 33	$p = 0,942$ $(p > \alpha = 0,05)$		S/ENEM:7, 2	S/ENEM:9, 1	S/ENEM:5, 3

CR – coeficiente de rendimento

O valor $p = 0,0071$ ($p < \alpha = 0,05$) obtido pelo teste não paramétrico indica que os dois grupos são diferentes, portanto, possuem comportamentos distintos, ou seja, desempenho escolar diferente. CR – coeficiente de rendimento

Observa-se o mesmo comportamento para a Engenharia de Automação.

Curso: Engenharia de Automação

Nºde alunos	Valor p	Tipo de teste	Medianas	CR-Máximo	CR-Mínimo
-------------	---------	---------------	----------	-----------	-----------

C/ENEM: 64	P = 0,004 ($p < \alpha =$ 0,05)	Mann-Whitney Teste não paramétrico	C/ENEM:6, 4	C/ENEM:9, 3	C/ENEM:0, 0
S/ENEM: 16	p = 0,839 ($p > \alpha =$ 0,05).		S/ENEM:8, 2	S/ENEM:9, 3	S/ENEM:7, 1

CR – coeficiente de rendimento

O valor $p = 0,00$ ($p < \alpha = 0,05$) obtido pelo teste não paramétrico indica que os dois grupos são diferentes, portanto, possuem comportamentos distintos e desempenho escolar diferente.

Para Engenharia Civil,

Curso: Engenharia Civil

Nºde alunos	Valor p	Tipo de teste	Medianas	CR-Máximo	CR-Mínimo
C/ENEM: 107	P = 0,000	Mann-Whitney Teste não paramétrico	C/ENEM:6, 2	C/ENEM:8, 7	C/ENEM:0, 0
S/ENEM: 63	p = 0,000 ($p < \alpha =$ 0,05)		S/ENEM:6, 5	S/ENEM:8, 6	S/ENEM:0, 0

CR – coeficiente de rendimento

O valor $p = 0,0578$ ($p > \alpha = 0,05$) obtido pelo teste não paramétrico indica que os dois grupos são iguais, portanto, possuem comportamentos semelhantes e desempenho escolar semelhante.

Para o Curso de Ciência da Computação:

Curso: Ciência da Computação

Nºde alunos	Valor p	Tipo de teste	Medianas	CR-Máximo	CR-Mínimo
C/ENEM: 42	P = 0,539 ($p > \alpha =$ 0,05)	Mann-Whitney Teste não paramétrico	C/ENEM:6,9	C/ENEM:9, 5	C/ENEM:1, 5
S/ENEM: 08	p = 0,012 ($p < \alpha =$		S/ENEM:7,4 5	S/ENEM:8, 8	S/ENEM:6, 3

	0,05)				
--	-------	--	--	--	--

CR – coeficiente de rendimento

O valor $p = 0,1009$ ($p > \alpha = 0,05$) obtido pelo teste não paramétrico indica que os dois grupos são iguais, portanto, possuem comportamentos semelhantes.

Para a Física:

Curso: Física.

Nºde alunos	Valor p	Tipo de teste	Medianas	CR-Máximo	CR-Mínimo
C/ENEM: 32 S/ENEM: 22	$P = 0,309$ $(p > \alpha = 0,05)$ $p = 697$ $(p > \alpha = 0,05)$	Mann-Whitney = Teste não paramétrico	C/ENEM:6,1 S/ENEM:5,6 5	C/ENEM:9,1 S/ENEM:8,6	C/ENEM:0,0 S/ENEM:2,6

CR – coeficiente de rendimento

Neste caso, apesar de possuírem comportamento normal frente ao teste de Anderson-Darling, a diferença acentuada no tamanho das amostras (dados) indicou a utilização de um teste não paramétrico. O valor $p = 0,8603$ ($p > \alpha = 0,05$) obtido pelo teste não paramétrico indica que os dois grupos são iguais, portanto, possuem comportamentos semelhantes e desempenho escolar semelhante.

Para a Engenharia Geológica:

Curso: Engenharia Geológica.

Nºde alunos	Valor p	Tipo de teste	Medias
C/ENEM: 66 S/ENEM: 62	$P = 0,380$ ($p > \alpha = 0,05$) $p = 0,256$ ($p > \alpha = 0,05$)	Anderson-Darling Teste paramétrico	C/ENEM:5,61 S/ENEM:5,96

O valor $p = 0,19$ ($p > \alpha = 0,05$) obtido pelo teste paramétrico, indica que os dois grupos são iguais, portanto, possuem comportamentos semelhantes e desempenho escolar semelhante.

Para a Matemática:

Curso Matemática.

Nºde alunos	Valor p	Tipo de teste	Medianas	CR-Máximo	CR-Mínimo
C/ENEM: 29 S/ENEM: 21	P = 0,000 p = 0,000 ($p < \alpha = 0,05$)	Mann-Whitney Teste não paramétrico	C/ENEM:7, 2 S/ENEM:7, 4	C/ENEM:8, 3 S/ENEM:8, 5	C/ENEM:1, 5 S/ENEM:2, 4

CR – coeficiente de rendimento

O valor $p = 0,6371$ ($p > \alpha = 0,05$) obtido pelo teste não paramétrico indica que os dois grupos são iguais, portanto, possuem comportamentos semelhantes e desempenho escolar semelhante.

Para Engenharia Metalúrgica:

Curso: Engenharia Metalúrgica,

Nºde alunos	Valor p	Tipo de teste	Medianas	CR-Máximo	CR-Mínimo
C/ENEM: 61 S/ENEM: 62	P = 0,539 ($p > \alpha = 0,05$) p = 0,017 ($p < \alpha = 0,05$)	Mann-Whitney Teste não paramétrico	C/ENEM:5,7 S/ENEM:6,3 5	C/ENEM:9, 3 S/ENEM:8, 9	C/ENEM:1, 7 S/ENEM:1, 6

CR – coeficiente de rendimento

O valor $p = 0,2316$ ($p > \alpha = 0,05$) obtido pelo teste não paramétrico indica que os dois grupos são iguais, portanto, possuem comportamentos semelhantes.

Para a Engenharia de Minas:

Curso: Engenharia de Minas.

Nºde alunos	Valor p	Tipo de teste	Medias
C/ENEM:60 S/ENEM: 65	P = 0,971 ($p > \alpha = 0,05$) p = 0,228 ($p > \alpha = 0,05$)	Anderson-Darling Teste paramétrico	C/ENEM:5,31 S/ENEM:5,98

O valor $p = 0,013$ ($p < \alpha = 0,05$) obtido pelo teste não paramétrico indica que os dois grupos são diferentes, portanto, possuem comportamentos distintos.

Para a Engenharia de Produção:

Curso: Engenharia de Produção.

Nºde alunos	Valor p	Tipo de teste	Medianas	CR-Máximo	CR-Mínimo
C/ENEM: 102	P = 0,000	Mann-Whitney Teste não paramétrico	C/ENEM:7,1	C/ENEM:9,1	C/ENEM:1,3
S/ENEM: 30	p = 0,000 ($p < \alpha = 0,05$)		S/ENEM:6,3	S/ENEM:8,9	S/ENEM:0,0

CR – coeficiente de rendimento

O valor $p = 0,0223$ ($p < \alpha = 0,05$) obtido pelo teste não paramétrico indica que os dois grupos são diferentes, portanto, possuem comportamentos distintos e desempenho escolar diferente.

Para a Química Industrial:

Curso: Química Industrial.

Nºde alunos	Valor p	Tipo de teste	Medias
C/ENEM:43	P = 0,457 ($p > \alpha = 0,05$) p = 0,374 ($p > \alpha = 0,05$)	Anderson-Darling Teste paramétrico	C/ENEM:6,67
S/ENEM: 13			S/ENEM:7,06

O valor $p = 0,29$ ($p > \alpha = 0,05$) obtido pelo teste não paramétrico indica que os dois grupos são iguais, portanto, possuem comportamentos semelhantes.

As diferenças encontradas dentro dos cursos de Engenharia Ambiental, Engenharia de Controle e Automação e Engenharia de Produção podem estar ligadas ao fato de serem cursos novos mais concorridos, logo, seus candidatos se prepararam melhor, muitas deficiências do ensino básico podem ter sido superadas nesta fase pelos alunos que entraram utilizando os resultados do vestibular, o que os torna mais preparados para enfrentar a vida acadêmica. Mas, pode-se tratar de fatores restritos ao curso, pois ao analisar os resultados do Curso de Engenharia de Produção observou-se que o desempenho escolar dos alunos com ENEM, é melhor que o desempenho escolar dos alunos sem ENEM.

As diferenças encontradas entre os dois grupos do Curso de Engenharia de Minas não podem ter as mesmas causas que parecem justificar as diferenças nos cursos mais novos e mais concorridos, pois este é um curso tradicional da UFOP.

Estas diferenças devem estar mais ligadas ao próprio curso, pois analisando os dois grupos, não foi possível detectar em quais aspectos diferem.

Os resultados dos testes para os dois grupos dos cursos de Engenharia Civil, Ciência da Computação, Física, Engenharia Geológica, Matemática, Engenharia Metalúrgica e Química Industrial, mostram que são iguais, ou seja, para cada curso os grupos possuem comportamento semelhante. Verifica-se, então, que as diferenças apresentados na análise geral, as diferenças e as semelhanças apresentadas por curso devem estar ligadas a procedimentos adotados pelos alunos durante à vida acadêmica.

Assim, verificou-se que o desempenho escolar dos alunos que ingressaram na UFOP pelo uso do ENEM ou pelo Vestibular tradicional não está diretamente relacionado com o fato de serem testes seletivos completamente diferentes na sua primeira fase como já analisamos anteriormente, mas estas diferenças podem ser geradas no presente pela maneira de conduzir a aquisição de conhecimento somado ao tipo de vida acadêmica. Devemos lembrar que todos os alunos selecionados nesta primeira fase passaram pela prova aberta de matemática, logo diferem apenas na classificação por pontos obtidos e não por possuírem mais ou menos habilidades matemáticas. Espera-se que a partir daí todos estejam aptos a enfrentar a vida acadêmica em condições igualitárias, pois as diferenças poderão ser superadas. Observa-se que não é o processo seletivo em si, que trará segurança com relação ao bom desempenho do aluno. O processo seletivo tem início no processo de sondagem e finaliza na seleção.

As virtudes ou deficiências dos testes de múltipla escolha e da prova do ENEM parecem não influenciar o desempenho geral do aluno que uma vez selecionado entra numa nova fase de seleção e avaliação, ou seja, sua vida acadêmica, onde estarão em jogo novas variáveis. Por exemplo: o impacto com as primeiras disciplinas do curso, os novos professores, sua nova moradia, novos amigos, as condições emocionais e afetivas ao enfrentar os obstáculos de aprendizagem, sua relação com os professores e companheiros, variáveis de difícil controle que dependerão de habilidades individuais já desenvolvidas e que deverão continuar sendo aprimoradas para que o aluno suporte as novas condições de vida.

Uma reflexão sobre os resultados obtidos reafirma o argumento inicial de que não é o tipo de processo seletivo que irá influenciar o desempenho escolar do aluno e sim sua boa ou má formação básica e posteriormente sua vida acadêmica.

Análise dos resultados das respostas dos questionários e entrevistas

Com objetivo de aproximar-se mais do aluno procurando detectar os fatores que influenciam na sua vida acadêmica e conseqüentemente no seu desempenho escolar aplicaram-se 200 questionários em alunos matriculados nos cursos que possuem a matemática como disciplina básica, ou seja, as Engenharias: Ambiental, de Controle e Automação, Produção, Civil, Geológica, de Minas e Metalurgia e Ciência da computação, Física aplicada, Química Industrial e Matemática. Destes, selecionamos alguns alunos pela disponibilidade em responder a uma entrevista estruturada.

Para reforçar alguns pontos da pesquisa aplicamos um questionário aos professores do Instituto de ciências Físicas e Biológicas (ICEB) dos seguintes departamentos Departamento de Matemática (DEMAT), Departamento de Física (DEFIS), Departamento de Química (DEQUI), Departamento de Computação (DECOM) onde está centrada a base dos cursos em foco.

Análise das respostas do questionário para Estudantes de Graduação da UFOP

Aplicou-se um questionário para alguns alunos (200), dividido em três partes. A 1ª parte identifica em que tipo de escola o aluno concluiu o ensino médio, a 2ª parte está relacionada com a vida acadêmica e a 3ª parte está relacionada com as disciplinas de cálculo Física e Química, dando ênfase ao cálculo para servir de subsídio para futuras conclusões de acordo com o objetivo deste trabalho anexo XIII. As respostas estão condensadas nas tabelas 2, 3 e 4 no anexo XVI.

Dos alunos que responderam ao questionário, 55,5% concluíram o ensino médio em escolas públicas e 44,5% em escolas particulares (tabela 2). Os dados mostram que a maior parte dos alunos que entraram na UFOP, no Período de 1999 a 2002 para cursarem as ciências exatas, originam-se de escolas públicas. Com relação à moradia, 20% residem em repúblicas federais, 45% em repúblicas particulares, 29,5% com a família, 3,5% em pensão 2% em outro tipo de moradia (tabela 3), observa-se que a comunidade estudantil tem preferido outro tipo de moradia, evitando as repúblicas federais.

Conclui-se da primeira análise, relativas as proposições apresentadas aos alunos conforme tabela 4 no anexo XVI que os estudantes das ciências exatas

da UFOP, são freqüentes às aulas, tendem a ser freqüentes à biblioteca, estudam as matérias escolares, mas não diariamente, possuem uma relação positiva com o Cálculo, com a Física e com a Química que decai nesta ordem. Apesar das dificuldades enfrentadas para cursarem as disciplinas de cálculo, os alunos de ciências exatas da UFOP sentem-se seguros com relação à utilização do cálculo no futuro em suas atividades profissionais.

Dos 200 questionários respondidos foi possível correlacionar 165 com o número de matrícula e conseqüentemente com o coeficiente de rendimento geral do aluno e 35 não foi possível correlacionar devido à falta de informação do número de matrícula ou devido ser a informação do mesmo equivocada. Procurou-se nesta segunda análise separar os questionários em dois grupos, o primeiro grupo, de alunos com coeficiente de rendimento acima ou igual a 6,0, considerados com bom desempenho escolar na tabela 5 do anexo XVII. O segundo grupo de alunos com coeficiente de rendimento abaixo de 6,0 na tabela 6, anexo XVII, considerados com desempenho escolar insatisfatório.

Na análise da freqüência das respostas de alguns alunos (122), com coeficiente de rendimento escolar acima do exigido pela UFOP, isto é, superior ou igual a 6,0, num total de 165 questionários respondidos e condensados na tabela 5, anexo XVII. Observa-se que os alunos com coeficiente igual ou superior a 6,0, são freqüentes às aulas, freqüentam mais a biblioteca, estudam mais freqüentemente às matérias escolares, possuem boa relação com o cálculo, Física e Química, se sentem seguros com relação a utilização do cálculo no exercício da profissão. Na análise da freqüência das respostas de alguns alunos (43), com coeficiente de rendimento escolar abaixo do exigido pela UFOP, isto é, inferior a 6,0, num total de 165 questionários respondidos e condensados na tabela 6, anexo XVII.

Observa-se que para os alunos com coeficiente inferior a 6,0 o procedimento relativo à freqüência às aulas e à biblioteca, o estudo diário das matérias escolares estão abaixo do praticado pelos alunos com coeficiente superior ou igual a 6,0. Possuem boa relação com o cálculo, Física e Química, se sentem seguros com relação a utilização do cálculo no exercício da profissão, apesar de estarem com baixo desempenho escolar. Acredita-se que uma ação pedagógica voltada para este grupo poderá auxiliá-los a melhorar seu rendimento escolar, pois apresentam disposições positivas frente às disciplinas básicas.

Análise das respostas das entrevistas com os estudantes

Aplicou-se uma entrevista estruturada para alguns alunos (12), contendo nove questões, com o objetivo de colher informações, um pouco mais detalhadas, sobre o modo de perceber o curso em que estava matriculado e suas perspectivas futuras. Foram analisadas por categoria de respostas e estão no anexo XIV.

Os resultados das entrevistas mostraram que os estudantes optaram pelas ciências exatas por gostarem desta área, seja para as engenharias, curso de Matemática, Física e Química. Que tiveram uma boa impressão do curso, que o curso tem correspondido às suas expectativas, a maior parte não se sente seguro para enfrentar a vida profissional e acreditam que realizando estágios poderão adquirir mais experiência no campo profissional, o que os fariam se sentir mais seguros. Observa-se que os alunos não esperam que esta segurança seja obtida da Universidade no contato com as disciplinas e sim, numa atividade extra curricular, geralmente realizada paralelamente ao curso.

A maioria acha que as disciplinas de Cálculo, Física e Química devem estar voltadas para o curso que freqüentam. A maioria possui dúvidas quanto à utilidade de algumas disciplinas na área profissional em que pretende se formar. A maioria acredita que seu desempenho escolar está mais relacionado com seu próprio esforço. A maioria participa ou já participou de projetos de pesquisa e apresentam certa equivalência sobre as opções futuras relativas trabalhar em uma empresa ou prosseguir nos estudos.

Análise das respostas do questionário para Professores de Graduação da UFOP

Aplicou-se um questionário para alguns professores (28) resumido na tabela 8 do anexo XVIII, dividido em três partes. A 1ª parte identifica o departamento a que pertence o professor, a 2ª parte está relacionada com a formação e atividade acadêmicas e a 3ª parte está relacionada com as disciplinas que leciona e procedimentos pedagógicos conforme constam do anexo XV. As respostas estão condensadas na tabela 9 do anexo XVIII. Dos professores que responderam ao questionário, 17,9% pertencem ao Departamento de Ciência da Computação, 7,1% ao Departamento de Física, 46,4% pertence ao Departamento de Matemática e 28,6% pertencem ao Departamento de Química. Dos respondentes, 71,4% leciona

no ensino superior a mais de cinco anos, 53,6% já participou da estruturação das provas de múltipla escolha do vestibular.

Uma análise completa das proposições está em Silva e Viana (2003). Apresentaremos a seguir apenas as conclusões: Concluiu-se que a matriz de competências é razoavelmente conhecida entre os professores, que os mesmos procuram aplicar um procedimento interdisciplinar em sua ação pedagógica, que parcialmente ou totalmente concordam que o potencial do aluno pode ser bem aproveitado em sala de aula, que acreditam que o baixo desempenho está mais ligada às ações do aluno e que seus procedimentos pedagógicos pouco influem neste processo. Este raciocínio pode dificultar uma busca de novas estratégias para futuras intervenções pedagógicas que possa melhorar o desempenho escolar dos alunos.

Nestes, cinco anos de existência da Matriz de competências, observa-se que pouca ou nenhuma alteração foi realizada em termos de construção de novas formas de avaliação para seleção de candidatos ao ensino superior, pois apesar dos professores afirmar conhecer mesmo parcialmente a matriz de competências, 53,6% participar ou ter participado da confecção da prova de múltipla escolha, não é possível perceber uma tendência explícita de procedimentos interdisciplinares e transdisciplinares ou contextualização na formulação das provas de múltipla escolha do vestibular.

Conclusões

Concluiu-se que não existe uma ligação entre o resultado obtido pelo aluno no ENEM e seu desempenho na UFOP. De modo geral, candidatos que foram pré-selecionados pelo ENEM ou pela prova de múltipla escolha do vestibular terão um bom ou mau desempenho escolar dependendo de sua capacidade de enfrentar as diversas variáveis que vão influenciar sua vida acadêmica.

Observa-se que:

- O primeiro período do curso pode causar um impacto no aluno o que influenciará seu desempenho escolar e poderá ser superado ou não dependendo das disposições e condições internas para enfrentar dificuldades.
- A assiduidade às aulas, o hábito de frequentar a biblioteca e o estudo contínuo das matérias escolares auxiliam os alunos a melhorarem seu desempenho

escolar. Mas que esse não se traduz efetivamente para o aluno em segurança para exercer sua profissão.

- Os reflexos negativos percebidos pelos professores de cálculo provavelmente estão ligados às deficiências de aprendizagem acumuladas ao final da educação básica e uma vez aprovado, o aluno procura acionar mecanismos para se adaptar à vida acadêmica. Assim, as dificuldades enfrentadas pelos alunos em cálculo, não os tornam menos seguros sobre a capacidade de utilizá-lo na vida profissional.
- Não foi possível detectar quais as competências e habilidades em matemática adquiridas pelos alunos, pois as avaliações aplicadas na universidade possuem caráter linear e não de contextualização.
- Dentro do tipo de avaliação proposta pela universidade os alunos possuem atitudes positivas em relação à matemática, sente-se capaz de utilizá-la, de superar as dificuldades durante a vida acadêmica e não acreditam que ela seja empecilho na vida profissional.

Recomendações

- Acompanhamento ao aluno aprovado no vestibular para auxiliá-lo a superar as dificuldades e acelerar sua adaptação à vida acadêmica.
- Criação de uma equipe pedagógica para acompanhar de perto os alunos com baixo desempenho escolar.
- Aplicação de questionários de auto-avaliação para o aluno e professor, para que através destes possa se definir novos rumos para sua jornada educacional.
- Ampliação dos conhecimentos dos educadores na área das ciências cognitivas para o aperfeiçoamento dos processos cognitivos e avaliativos que incorporem uma visão pluralista da mente possibilitando uma ação pedagógica mais eficaz.
- Definição das competências e habilidades necessárias ao desenvolvimento dos futuros profissionais e do direcionamento das avaliações neste sentido.

Bibliografia:

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio/ Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRASIL, Ministério da Educação. Revista do ENEM –Ano I – nº 1 – 2001. 21p.

BRASIL, Ministério da Educação. Informativo ENEM 2003. 22 p.

DESPREBITERIS, Lea. O desafio da avaliação da aprendizagem: dos fundamentos a uma proposta inovadora. São Paulo: EPU, 1989. 91p.

ENEM 2000 – Exame Nacional do Ensino Médio - Documento Básico 2000 – Matriz de Competências: <http://www.inep.gov.br/enem/2000/docbas2000/matriz.htm>. Acesso em 13/09/00

ENEM 2001 – Exame Nacional do Ensino Médio – Prova Branca. 13p.

ENEM 2002 – Exame Nacional do Ensino Médio – Prova Amarela. 23p.

GARDNER, Howard. Inteligências Múltiplas: a teoria na prática/ Howard Gardner; trad. Maria Adriana Veríssimo Veronese. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas, 1995.

IBEP – Instituto Brasileiro de Edições Pedagógicas – ENEM -Questões comentadas 1998, 1999, 2000. 95p

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais – Relatório SAEB 2001 – Matemática, 2002. 71p.

LÉVY, Pierre, 1956 – As Tecnologias da Inteligência. Rio de Janeiro: Ed.34, 1993.208 p. (Coleção Trans)

LURIA, Alexander Romanovich, A construção da Mente; traduzido por Marcello Brandão Cipolla. –São Paulo: Ícone, 1992. 234 p.

MACHADO, Nilson José. Epistemologia e didática: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente. São Paulo. Cortez, 1995. 320 p, p.177-196

MINAS GERAIS, Secretaria de Educação. Dicionário do Professor. Belo Horizonte: 2005, 250 p.

PERRENOUD, Philippe. Dez novas competências para ensinar. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000, 192p.

RAINHO, João Marcos. Educação. Ano 06 – Nº 68 – p. 30-36 - Dezembro de 2002. 58p.

REVISTA BRASILEIRADE ESTUDOS PEDAGÓGICOS, Brasília. V. 79, nº143, p.113-134 – set/dez. 1998. Validade e Fidedignidade nos testes coletivos de Inteligência.

SMOLE, Kátia Cristina Stocco. A matemática na educação infantil: a teoria das inteligências múltiplas na prática escolar. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000, 206p.

SILVA, V. C. e VIANA, M. C. V. DESEMPENHO ESCOLAR DOS ALUNOS DA UFOP QUE INGRESSARAM PELO ENEM. Monografia de Especialização.(a ser

defendida no Curso de Especialização em Educação Matemática no Dep. de Matemática da UFOP). Ouro Preto: (no prelo). 2003, 67 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO. Vestibular UFOP inverno 99. p.5-7 Conhecimentos Gerais. 24p.

_____. 1º Vestibular 2001. p.. Conhecimentos Gerais e Língua inglesa. 22 p.

_____. 2º Vestibular 2001. p.5-8. Conhecimentos Gerais e Língua inglesa. 31p.

_____. 1º Vestibular 2002. p.3-5 Conhecimentos Gerais e Língua inglesa. 20p.

_____. 2º Vestibular 2002. p. 4-6. Conhecimentos Gerais e Língua inglesa. 23p.

1002CC ATITUDES E CONCEPÇÕES SOBRE A MATEMÁTICA E ESCOLHA PROFISSIONAL DOS ALUNOS AO FINAL DO ENSINO MÉDIO

Claúdia de Souza Costa Oliveira¹

Maria do Carmo Vila (orientadora)²

RESUMO

O objetivo central desta pesquisa foi descrever e analisar as atitudes e concepções dos alunos do 3º ano do Ensino Médio com relação à Matemática e verificar a influência das mesmas na escolha profissional desses alunos. O objetivo secundário foi verificar se havia diferença significativa entre alunos da escola federal, estadual e particular relativamente às concepções e atitudes sobre a Matemática e à escolha profissional. Os sujeitos da pesquisa foram 434 alunos do 3º ano do Ensino Médio, sendo 57 procedentes de uma escola particular, 156 procedentes de uma escola federal e 212 procedentes de uma escola estadual, da cidade de Mariana-MG. Para coleta de dados sobre as atitudes dos alunos com relação à Matemática, foi utilizada uma escala de atitudes de tipo Likert de 4 pontos (Aiken e Dreger, 1961). Foi também construído e aplicado um questionário contendo questões fechadas e abertas, com o objetivo de coletar informações sobre a escolha profissional dos alunos. A análise dos dados mostrou que os alunos da escola federal (profissionalizante) são os que apresentam atitudes mais positivas com relação à Matemática. Em segundo lugar, estão os alunos da escola particular. Os alunos da escola estadual são os que apresentam atitudes menos positivas com relação à Matemática. Uma análise preliminar mostrou que os alunos apresentando escores acima de 60 pontos na escala de atitudes (que varia entre 20 e 80 pontos) tendiam a escolher profissões que exigem o emprego acentuado de temas matemáticos. Por sua vez, aqueles que obtiveram escores abaixo de 40 pontos tendiam a escolher profissões que não exigem muitos conhecimentos matemáticos. Os alunos que obtiveram escores na faixa 40-60 apresentaram variabilidade com relação à profissão escolhida. No presente momento, está sendo realizada uma análise

¹ aluna de Especialização em Educação Matemática da UFOP

² professora da UFOP

estatística para verificar se realmente existe correlação entre a escolha profissional dos alunos e as atitudes com relação à Matemática.

1. Justificativa

No decorrer do século XX, a Educação Matemática viveu grandes transformações. Foi, sem dúvida, um período fértil e de grandes inovações. Contudo, como educadores, ainda percebemos, com muita frequência, que essas transformações ainda não modificaram as concepções negativas que muitos alunos têm sobre essa área de conhecimento. Na observação e prática diárias, podemos facilmente perceber a aversão à Matemática manifestada por diversos alunos. Eles deixam explícito o fato de não gostarem dessa disciplina e, por essa razão, optarem pelo estudo, por exemplo, de ciências humanas, sociais ou biológicas, uma vez que estas áreas não exigem conhecimento aprofundado de Matemática.

A competência em Matemática é cada vez mais necessária para a maior parte das profissões. Contudo, um número considerável de alunos foge dessa disciplina a não ser que ela seja estritamente necessária (BORASI, 1990). Na realidade, para estes, a Matemática dura só até o vestibular, onde é exigida em todas as provas, independente do curso escolhido.

É lamentável perceber, ainda no século XXI, que a Matemática continua sendo um fardo imposto aos estudantes e o resultado disso pode ser o fracasso escolar. Pior que isso é saber que nossos alunos estão deixando de apreciar a beleza e a importância dessa disciplina. Eles continuam sem entender que a Matemática pode e deve se tornar um importante instrumento de leitura e transformação da realidade.

ABRANTES (1994, p.171) afirma que:

“Importa identificar concepções freqüentes entre os alunos, discutir suas origens e as suas conseqüências educativas e considerar modos como os professores podem influenciar a visão que os alunos têm da Matemática e da aprendizagem.”

César e outros (1999), num estudo acerca das atitudes dos alunos face à Matemática, afirmam que é importante e urgente implementar medidas que favoreçam uma atitude mais positiva dos alunos face à disciplina como forma de combater o insucesso apresentado.

Assim, no presente estudo, buscaremos delinear as atitudes (positivas ou negativas) dos alunos acerca da Matemática ao final do Ensino Médio e sua influência em suas escolhas profissionais futuras.

Os resultados serão relevantes uma vez que servirão de parâmetros para a reflexão dos professores sobre sua prática escolar no sentido de se buscar soluções para a melhoria e evolução da Educação Matemática. Mudança que começa, primeiro, em alterar as concepções dos professores acerca da Matemática, depois as dos alunos e, finalmente, as concepções da própria escola sobre educação, aprendizagem e aquisição do conhecimento.

2. Questões de Pesquisa

Algumas questões que foram observadas na prática docente nos levaram às seguintes perguntas:

- a) Decorridos pelo menos onze anos de vida escolar, o que pensa o aluno, ao final do 3º ano do Ensino Médio, a respeito da Matemática?
- b) Por que, ainda hoje, os alunos do último ano do Ensino Médio não descobriu “prazer” no estudo da Matemática?
- c) Ao final do Ensino Médio, a escolha profissional do aluno é influenciada por suas atitudes e concepções a respeito da Matemática?
- d) Ao final do Ensino Médio, esses alunos têm preferência por qual tipo de profissão? Profissões que exigem conhecimento matemático aprofundado? Ou profissões onde se exige pouco ou quase nenhum conhecimento matemático?

3. Objetivos

As perguntas levantadas anteriormente nos levaram aos seguintes objetivos de pesquisa:

- 1) Investigar as atitudes (positivas ou negativas) manifestadas pelos alunos com relação à Matemática.
- 2) Verificar se existe relação entre essas atitudes e suas escolhas profissionais.

4. Fundamentação Teórica

Vejam os a recente reportagem extraída do Jornal Estado de Minas (2002, 10 de setembro, p. 6 e 7)

Matemática ainda é considerada “bicho-papão”: Aversão ao aprendizado pode assumir proporções enormes e influenciar diretamente na vida profissional.

O temor de um estudante pode ter várias caras: o rigor das regras disciplinares, o tormento antecipado da entrega do boletim ou o mal relacionamento em classe. Certamente, nenhum deles deixa tantas marcas quanto a falta de adaptação ao ensino de uma matéria. Na cartilha dos “ bichos-papões” da escola, alunos e especialistas fazem coro: a matemática ainda é a líder. A aversão a tarefas como somar, multiplicar e subtrair cresce ao longo da vida escolar e assume tamanha importância que influencia diretamente na vida profissional. “Cortei as ciências exatas do meu curso e escolhi o resto”, relata a vestibulanda Débora Nunes, para quem a conquista de uma vaga em Direito tem um tom de alívio.

Aos 18 anos, 15 dos quais passados entre amargas experiências , ela chega às portas da faculdade com uma só imagem da Matemática. “É triste, chata e devia ser abolida. Graças a Deus, estou saindo”, desabafa, com o peso de uma recuperação e notas vermelhas que a obrigam ao esforço de conseguir fazer 27 pontos em 35 para passar de ano. O jeito tem sido estender as aulas da parte da manhã na monitoria feita à tarde, sempre lotada. “É a disciplina que a gente encontra mais problema de aluno precisando refazer plano de estudo, de nota”, constata a pedagoga Cláudia Lima.

Esta reportagem parece mostrar que as atitudes de alguns alunos em relação à Matemática são negativas. Após mais de trinta anos de trabalhos no campo da Educação Matemática no Brasil, o que temos presenciado nas escolas ainda é, segundo D’Ambrósio (2001, p.15):

“(...) uma Matemática não atual, isto é obsoleta; correta, mas irrelevante; alienada e, portanto, desinteressante. O grande desafio que nós, educadores matemáticos, encontramos é tornar a Matemática interessante, isto é, atrativa; relevante, isto é, útil; e atual, isto é, integrada ao mundo de hoje (...) A matemática e a educação

matemática não podem ser insensíveis aos problemas maiores que afetam o mundo moderno, principalmente a exclusão de indivíduos, comunidades, e até nações, dos benefícios da modernidade. A Matemática é o maior fator de exclusão nos sistemas escolares. O número de reprovações e evasões é intolerável. (...) Os novos meios de produção apontam para outros conceitos de emprego e de lazer, de salário e de segurança. De que vale a organização curricular de matemática nas escolas em vista das novas oportunidades de trabalho? Não sabemos que possibilidade de emprego terão. O que podemos fazer é dar às novas gerações instrumentos comunicativos, analíticos e materiais para que possam enfrentar um mundo que desconhecemos.”

Para compreendermos um pouco como se formaram essas atitudes negativas ou positivas dos alunos em relação à Matemática e verificar se essas atitudes podem influenciar suas escolhas profissionais futuras, apresentamos, inicialmente, uma fundamentação teórica sobre a escolha profissional, sobre o conceito de atitude, sobre as atitudes com relação à Matemática.

4.1 Escolha Profissional Na Adolescência

Escolher faz parte da vida de qualquer pessoa. A toda hora fazemos escolhas. Então, por que os jovens sentem tanta dificuldade quando se trata de escolher uma profissão?

A profissão também faz parte da vida das pessoas. Geralmente, em nossa sociedade, essa escolha é feita entre dezesseis e dezoito anos, quando os jovens terminam o ensino médio e buscam o curso universitário. Mas essa escolha é marcada por grandes conflitos e questionamentos, pois alguns jovens vêm na escolha profissional a sua tão sonhada independência, sobretudo econômica. Por isso, a escolha assume um papel tão importante em suas vidas: não querem errar, não podem perder tempo. E o adolescente se vê frente a uma decisão: Qual profissão seguir? Como decidir por esta ou aquela carreira profissional? Porém, essa pergunta é apenas um pedaço da questão “quem é” e “como é” esse “eu” que se

pergunta a si próprio. Para responder ao que desejo ser profissionalmente, é necessário responder antes “como sou, como desejo ser, por que desejo ser, e para que desejo ser?”

Bohoslavsky (citado por MELLO, 2002, p. 91) esclarece que para um adolescente, e diremos que para qualquer um diante de sua problemática vocacional ou ocupacional, definir o futuro não é só definir o que fazer (a profissão ou ocupação), se não fundamentalmente definir quem ser, e daí por que e para que quer fazer.

Entretanto, quem é este jovem que precisa escolher uma profissão? É aquele menino ou menina que, até pouco tempo atrás, ficava jogando bola na rua, ou ficava assistindo programas de televisão ou jogando video-game, ou conversando com os amigos nos “chats” oferecidos pelo computador, ou, ainda, aquele que dependia dos pais para tudo: ir à aula de inglês, fazer sua matrícula na escola, etc. Esse jovem se vê, de uma hora para outra, tendo que decidir seu futuro, pois o processo da escolha vocacional inicia-se justamente aí, no período da adolescência. Período conturbado, de busca de si mesmo, de uma identidade. Período de crises e questionamentos. É o chamado “nascimento existencial”, onde os aspectos de identidade adulta começam a ser definidos.

“Considerando a adolescência um fenômeno psicossocial, constatamos a influência dos fatores psicológicos e socioculturais no início e no término dessa etapa evolutiva. A organização Mundial de Saúde define, em função de seus objetivos, a adolescência como o período compreendido entre 10 e 20 anos e a divide em duas fases: a primeira dos 10 aos 16 anos e a segunda dos 16 aos 20 anos.

(...) Essa divisão em idades é totalmente arbitrária, pois nos defrontamos com adolescentes antes dos 10 anos, assim como depois dos 20 anos. Alguns critérios a serem utilizados para caracterizar o final da adolescência (na verdade é difícil afirmar se existe final da adolescência...) poderiam estar relacionados à possibilidade de o jovem estabelecer uma identidade estável; aceitar sua sexualidade e se ajustar gradativamente ao papel sexual adulto; tornar-se independente dos pais e fazer a escolha de uma carreira ou encontrar uma vocação.”(SOARES, 2002, p. 20)

A adolescência é uma fase de transição. O jovem não é mais criança para certas coisas e também não tem maturidade suficiente para se enquadrar como adulto. Sua relação com o mundo gera medos e inseguranças. Suas atitudes, muitas vezes, não refletem seus sentimentos. Ora são agressivos e rebeldes; ora são passivos e alienados.

Esse jovem adolescente ainda não sabe direito quem ele é no presente, como pode, então, escolher quem será no futuro?

A maioria das escolas não tem estimulado o processo de autoconhecimento e reflexão pessoal do jovem. A ênfase é dada quase sempre aos conteúdos programáticos das matérias que caem no vestibular. E onde ficam os questionamentos desse jovem. Quem é, na verdade, este jovem? O que ele pensa? O que ele sente? Quais as suas dúvidas mais urgentes? Que conhecimento este jovem tem do mundo das profissões?

A verdade é que esses adolescentes sentem-se desamparados frente a uma escola tradicional que tem como referência o mundo capitalista; onde “somos” à medida que produzimos alguma coisa que dê lucro, que ganhamos dinheiro. São escolas do tipo que preparam seus alunos apenas para o vestibular. Esquecem de dar oportunidade a esses jovens de se prepararem para a vida e também para a vida profissional.

O jovem adolescente se encontra, quase sempre, tão despreparado para decidir-se profissionalmente que pensa que o simples fato de gostar ou não de determinada matéria, já é suficiente para ele optar por uma profissão.

“Algumas vezes o jovem espera poder aplicar seus conhecimentos posteriormente, exercendo uma profissão. Não raro, jovens com facilidade e gosto pela matemática pensam seguir engenharia. Outros, só porque gostam de biologia, optam por medicina. Ao ingressarem no curso superior, alguns jovens se dão conta de que não basta apenas gostar de uma matéria específica para ter sucesso numa profissão, é preciso muito mais...Essa visão linear da escolha não leva necessariamente a uma satisfação profissional, pois ela sempre está ligada a uma motivação pessoal, um gosto, um interesse por realizar determinadas atividades.”(SOARES, 2002, p. 22)

A escolha da profissão implica em reconhecer o que fomos, o que vivemos e percebemos na infância até o momento presente. Implica em percebermos e analisarmos as influências transmitidas pela família, pelos pais, pelos amigos e pela escola. Porque a escolha profissional desse jovem adolescente está diretamente ligada às suas concepções formadas no decorrer da sua vida pessoal e escolar. No ambiente familiar, ele é influenciado pelos pais, pelos avós, pelos tios, etc, que tentam imprimir suas próprias concepções, às vezes equivocadas, nesse jovem confuso e inseguro. Outras vezes, tentam se realizar através deles, pois são adultos frustrados em suas profissões. No ambiente escolar, influenciado por professores e currículos, é que ele identifica quais são as disciplinas que lhe despertam maior entusiasmo e curiosidade. E, assim, o momento da escolha pode depender dessas referências passadas, que serão aos poucos integradas no momento presente.

“Portanto, as expectativas das pessoas quanto ao seu futuro estão carregadas de afetos, esperanças, medos e inseguranças; não somente seus, como também os de seus familiares mais próximos. Em geral existe a idéia da felicidade ligada à profissão escolhida. Os jovens nos dizem: “Eu quero escolher uma profissão que me faça feliz...” ou “Busco uma certeza que me faça sentir um dia feliz e realizado... Essa dimensão da felicidade diretamente relacionada com o futuro traz no momento da escolha um peso muito grande, e nem sempre o jovem está em condições de avaliar. Relacionam-se a esta inúmeras projeções feitas desde o seu nascimento, sugerindo que a felicidade ainda não existe, e só existirá a partir desse futuro.”(SOARES, 2002, p. 25)

Na adolescência, o jovem está passando por um período de reconhecimento da sua identidade (o “eu sou” ainda não está bem definido) e essa identidade é formada nas relações estabelecidas entre as pessoas que desempenham papéis importantes na vida desse jovem (pais, parentes, amigos, professores, etc.). De forma consciente ou inconsciente, os jovens vão se identificando, assumindo e experimentando papéis que no futuro servirão de base para sua identidade adulta.

Bohoslavsk (1975) diferencia a identidade vocacional da identidade profissional. Segundo sua análise, a identidade vocacional expressa as variáveis de tipo afetivo - motivacional, enquanto a identidade profissional mostra o produto da ação de determinado contexto social sobre a identidade vocacional.

Para o referido autor (citado por SOARES, 2002, p. 31):

“A identidade vocacional estaria determinada pelos conflitos inconscientes e sua possível elaboração pelo sujeito. Responde geralmente às seguintes questões: por que, para que e como uma pessoa chega a escolher determinada profissão?”

A identidade profissional está determinada pelos aspectos socioeconômicos e políticos de um país, isto é, pela ideologia que permeia todas essas relações. Em geral responde às seguintes questões: quando?, onde?, Com quê?. A maneira de quem? Pode-se observar o quanto essa identidade está definida pelo social, pelas relações estabelecidas pelo jovem com pessoas importantes para ele, e este pode vir a reforçar ou negar as características básicas de sua identidade vocacional.”

Portanto, a família e a escola parecem assumir grande importância na formação da identidade vocacional e profissional do jovem. Na verdade, ele não quer ser um engenheiro, ou um médico, ou um dentista, ou um professor; ele quer ser como tais pessoas reais ou imaginárias, que têm certos atributos e até mesmo “status” em virtude das profissões que exercem.

Outra questão importante é o sentimento de urgência nessa tomada de decisão. Existe toda uma pressão familiar e social que ele precisa escolher um curso universitário tão logo termine o Ensino Médio. Logo, além de ter que escolher entre as várias profissões disponíveis, ainda tem que escolher rápido para não “perder” o ano. Portanto, o jovem se vê quase obrigado (para determinada classe social e para determinadas famílias, não seguir os estudos é uma possibilidade inaceitável) a prestar o vestibular e acaba, muitas vezes, escolhendo qualquer curso só para tirar o “peso” dos ombros. E o que acontece então? Vemos um grande número de jovens universitários insatisfeitos com suas escolhas. Alguns trocam de curso, prestando novo vestibular. Outros vão “levando”, pois temem outro vestibular ou ficam

desanimados em começar tudo de novo. E, infelizmente, formam-se profissionais medíocres que muito pouco contribuirão para o crescimento da sociedade.

“Convém não esquecermos que o indivíduo que faz uma escolha vocacional é quase sempre um adolescente, ou um adulto jovem, ainda em desenvolvimento intelectual, emocional e/ou social, ainda em desenvolvimento psicológico. Infelizmente, por pressões prematuras ou irrealistas, por conveniências sociais, ou pela estrutura inadequada do sistema e da estrutura educacional, esse jovem é levado - se não obrigado - a fazer escolhas vocacionais e tomar decisões ocupacionais prematuras, quando não está pronto a fazê-lo por não estar suficientemente maduro.”(MELLO, 2002, p. 108)

Portanto, é importante que o jovem busque uma orientação profissional. Essa escolha, nesse período de adolescência, não é nada fácil e simples de se fazer (salvo raras exceções). E ela, com frequência, é carregada de ansiedades, determinada pelo próprio conflito de se ter que escolher entre os diversos cursos, aquele que mais se enquadra no seu perfil e na sua personalidade ainda em formação. É um momento crítico onde o jovem precisa prever o imprevisível, calcular o incalculável. E a maioria deles ainda não se encontra preparado para uma decisão responsável e criteriosa em relação à sua vida futura. E isso é perfeitamente normal, uma vez que esses jovens estão em plena crise da adolescência , ou melhor dizendo, em plena crise de identidade pessoal.

“O conflito vocacional é manifestação do básico conflito de identidade pessoal, desdobrado sobre o plano vocacional. Caracteriza-se um momento de crise de identidade. Por não saber quem ele realmente é, como é, e para que existe, e por não saber interpretar significamente o mundo complexo em que está inserido, o jovem entra em conflito. Aparentemente, é apenas um momento, crítico, de escolha vocacional-profissional-educacional. Na verdade é mais do que isso: é um momento de desafio existencial, de assumir uma identidade pessoal que informa e delineia uma identidade vocacional.”(MELLO, 2002, p. 111)

Ao escolhermos uma profissão, estamos deixando para trás várias outras. Várias possibilidades não poderão ser realizadas. E como saber se a única profissão escolhida é a melhor? Existe sempre uma relação de perda, de que algo foi deixado de lado.

Bohoslavsky (1981) fala da elaboração do luto pelas coisas deixadas para trás, sem a possibilidade de escolha. Ele afirma que quando deixamos de escolher, isso provoca mais dor do que o fato de escolher alguma coisa. Muitas vezes o problema maior está em saber aceitar as limitações de não poder ter tudo, ao mesmo tempo e com a mesma intensidade.

É verdade que existe sempre uma liberdade de escolha, mas essa liberdade é relativa, principalmente se aprofundarmos o conhecimento sobre o histórico-pessoal do indivíduo. É uma liberdade condicionada aos determinismos familiares e sociais. Aparentemente, o jovem pode escolher entre mais de cem cursos universitários, mas dentre estes quais são os apoiados por seus pais, sua família, seus professores? Menos de dez, talvez. Apenas aqueles reconhecidos socialmente, que geram “status” e dinheiro. Lógico que não podemos generalizar, mas a verdade é que certas profissões são mais valorizadas que outras em nossa sociedade. E o jovem se sente pressionado a optar por aquelas profissões que alcançaram mais destaque no contexto social em que ele está inserido. E os seus sonhos? Suas vocações? Seus interesses?

“Existem basicamente dois níveis de determinação na escolha do indivíduo: a estrutura do aparelho psíquico e a estrutura social, sobrepassando sobre elas a dialética dos desejos, as identificações e as demandas sociais.”(BOHOSLAVSKY, 1981, p.18)

Muitas vezes o jovem escolhe uma profissão sem ter consciência das influências recebidas no meio familiar e escolar. Os pais sonham com o futuro de seus filhos. Constroem projetos, investem esforços e fazem até sacrifícios, esperando que os filhos correspondam às suas expectativas. O valor que as profissões assumem nesse grupo familiar parecem influenciar e muito a escolha do jovem.

Por outro lado, a escola se encontra apenas preocupada com a formação curricular do jovem. Ela precisa preparar este jovem para o vestibular. Mas o seu

papel deveria ser o de preparar este jovem para que ele tenha condições de fazer uma escolha profissional mais consciente. Ela deveria confrontar essas concepções que o jovem traz de casa com a realidade social, muitas vezes tão distante do jovem adolescente. A escola deveria ser o canal de discussão entre o que a família julga ser o mais correto e o que é real nessa sociedade em constante mutação. As profissões estão modificando seu perfil para responder às exigências desse novo mercado. A escola precisa dar oportunidade a esses jovens de vivenciar esse conflito referente à escolha profissional em toda sua complexidade. Faz-se necessária uma orientação vocacional e profissional dentro das nossas escolas. Existem pessoas especializadas neste tipo de trabalho que poderiam contribuir muito na orientação desses jovens. É imprescindível que essa escolha seja consciente e coerente com os interesses e necessidades pessoais de cada jovem para evitar maiores frustrações no futuro.

“O período de escolha do curso superior compreende o período de exploração. Constata-se na realidade uma dificuldade grande de o jovem encontrar espaços em que ele possa explorar, experimentar, viver cada uma das diferentes profissões. Nos países socialistas, nas décadas de 1980-90, existiam escolas vocacionais onde os jovens frequentavam semanalmente, por um período de três horas, cada uma das oficinas profissionais, totalizando mais de 200 profissões. Após realizar este estágio, ele terá bem mais condições de escolher uma profissão dentro de uma prática conhecida e poderá avaliar a maneira como deverá integrar-se nela.

Infelizmente, no Brasil, os jovens entram na universidade e trocam de um curso para outro, perdendo seu tempo, às vezes de três a quatro anos, até encontrar aquele que realmente desejam seguir. Enquanto isso, ficam ocupando vagas de outros jovens, talvez mais seguros e determinados a frequentar aquele curso do que eles.” (SOARES, 2002, p. 90)

É importante também não confundirmos amadurecimento físico com amadurecimento vocacional. Só porque o jovem terminou o ensino médio e se encontra com dezessete ou vinte anos em média, não quer dizer que ele esteja em

condições de decidir-se quanto a uma profissão. São raros os jovens que se encontram preparados para essa escolha.

Alguns jovens julgam não terem vocação nenhuma e ficam desmotivados para prosseguir os estudos. Mas esse é outro grande equívoco, pois vocação não existe. Segundo o dicionário Aurélio (Ferreira 1989), “vocação” (*do latim vocacione*) é: “S .f. Ato de chamar. 2. Escolha, chamamento, predestinação. 3. Tendência, disposição, pendor. 4. P. ext. Talento, aptidão.” Lendo essas e outras definições temos a impressão que todo ser humano nasce para ser alguma coisa já preestabelecida pela natureza. É como se ele, de repente, fosse encontrar sua vocação por herança genética. Mas não é bem assim que acontece. É claro que já existem componentes que já nascem com as pessoas, mas eles precisam de maturação. A vocação estrutura-se e surge como produto de um longo processo de desenvolvimento vocacional. Quanto mais maduro vocacionalmente for o jovem, maior será a probabilidade de que ele faça uma adequada escolha profissional.

“Ninguém nasce para uma profissão apenas. Toda história pessoal de cada um, onde nasceu, como viveu, as oportunidades na vida para experimentar uma série de coisas, vai dizer as possibilidades futuras.”(SOARES, 2002, p. 100)

Como alguém que nunca viu um computador, pode saber se gosta ou não de trabalhar com ele? Como alguém que nunca manuseou um instrumento musical, pode saber se tem “jeito” para ser músico? A vocação depende das oportunidades que a vida oferece. É claro que existem os talentos natos, os gênios, que, mesmo com pouco ou nenhum estímulo, deixarão suas obras. Mas esses são exceções à regra. Normalmente, precisamos conhecer para saber se temos afinidade ou não, se gostamos ou não, se nos realizaremos ou não.

“Aproveitemos uma terminologia herdada das matemáticas. Uma vocação é uma complexa equação, com diversas variáveis, cujos pesos (graus de importância) são difíceis de determinar, e com algumas constantes conhecidas. A equação da vocação é uma equação interna. O grau de complexidade cresce muito quando essa nebulosa realidade interna é confrontada com uma misteriosa realidade externa. A realidade externa – o mundo das profissões, dos empregos, dos mercados, das economias e

da globalização – é cada vez mais indecifrável a priori.” (MELLO, 2002, p. 43)

Quanto à escolha profissional, é essencial ao jovem: primeiro, conhecer mais sobre si mesmo, como ser único, com identidade própria; segundo, conhecer mais profundamente sobre as profissões que o cercam. Sua escolha precisa ter um referencial mais abrangente, além dos seus interesses e aptidões. Faz-se necessário uma interação contínua entre os fatores internos e externos ao jovem, na busca de uma identidade vocacional mais acertada.

Segundo SOARES (2002, p. 29):

“O fato de decidirem-se com mais conhecimento de si mesmo e do mundo do trabalho traz uma motivação e um interesse muito maior pela atividade a ser desenvolvida. Em geral esse tempo gasto para pensar e refletir proporciona um amadurecimento maior do jovem em relação a si mesmo e à escolha realizada.”

Portanto, para se alcançar a maturidade vocacional e profissional são necessárias mais que afinidades, mais que o conhecimento das profissões; é necessária a integração delas com a experiência de vida, ou seja, uma profissão só é compreendida pelo jovem quando ela está integrada ao seu contexto social.

E essa escolha vocacional e profissional não acontece de repente na vida do jovem. Ela é parte de todo um processo de crescimento e reflexão pessoal. Demanda um certo tempo de amadurecimento que não pode ser medido “sempre” e “com precisão” com a chegada do vestibular.

Sendo assim, precisamos repensar o papel da escola diante desse jovem. Como ela poderia auxiliá-lo a resolver este conflito? Sabemos que apenas uma pequena parte dos alunos que terminam o Ensino Médio cursarão uma universidade. Segundo Castro (1999), uma porcentagem inferior a 30% dos jovens na faixa etária dos quinze aos dezessete anos encontra-se matriculada no Ensino Médio e, destes, apenas 16,5% concluem seus estudos. Assim será que não valeria a pena criar, nas escolas, momentos de reflexão para uma escolha profissional mais consciente, menos fadada a frustrações futuras? Ganharia o jovem, ganharia o Estado, ganharia a sociedade. Formaríamos profissionais mais idealistas, responsáveis e engajados em realizar algo pelas pessoas. Não mais pelo dinheiro, pelo “status”,

pelo poder. E correríamos o risco de vermos transformada essa sociedade tão pobre de valores morais e éticos.

Como se pode observar, a literatura sobre escolha profissional aponta fatores que podem influenciá-la: estrutura social, estrutura psíquica, variantes socio-econômicos, variantes políticos, concepções, etc. Entretanto, parece não haver muitas referências sobre a escolha profissional sendo influenciada ou não por concepções e atitudes relativas a determinadas disciplinas do currículo escolar. Em nosso estudo, pretendemos verificar se existe relação entre a escolha profissional ao final do Ensino Médio e as idéias e concepções dos alunos referentes à Matemática.

4.2 Atitudes

4.2.1 Conceito de Atitude

O conceito de atitude tem diferentes origens e não existe um consenso sobre o seu significado. As definições de atitude variam de acordo com diversos autores e diferentes épocas.

Para ROKEACH (1979) citado por ORTEGA e outros (1992, p. 498), por exemplo, as atitudes:

“São organizações de crenças relativamente estáveis acerca de um objeto ou situação que predispõe o sujeito para responder preferentemente em um determinado sentido.”

Essa definição faz referências a crenças. Segundo o dicionário Aurélio, crença “*é uma opinião adotada com fé e convicção; forma de assentimento que é objetivamente insuficiente, embora subjetivamente se imponha com grande evidência.*” Dessa maneira, a crença não tem fundamento científico, mas é um depósito sedimentado de idéias ou conceitos em que a pessoa acredita e que passa a ser verdade para ela. Pertencem à categoria das crenças, aspectos tais como estereótipos, preconceitos, opiniões puramente emocionais, generalizações irracionais, etc. Uma crença se transforma frequentemente em verdade absoluta, num mandamento, num dogma e, assim, pode direcionar e influenciar atitudes, valores, escolhas e ações.

Para BEM, (1973, p. 29) as atitudes “são os gostos e as antipatias. São as nossas afinidades e aversões a situações, objetos, grupos ou quaisquer outros aspectos identificáveis do nosso meio, incluindo idéias abstratas e políticas sociais.” Esta definição pode ser considerada um pouco simplista. Se alguém tem uma atitude positiva é porque gosta, tem afinidade; caso contrário, é porque não gosta, tem antipatia – logo sua atitude é negativa. Porém, falta colocar em questão outros aspectos importantes que influenciam tal atitude.

Nas palavras de ANDERSON, (citado em PONTE, 1992, p. 175) atitude é:

“Uma característica afetiva que pode ser considerada como uma emoção moderada que predispõe o indivíduo a responder consistentemente de uma forma favorável ou desfavorável quando confrontado com um determinado objeto.”

Como se pode observar, Ponte considera o caráter afetivo, dando um significado mais abrangente para atitude. Nesse caso, estaria envolvida uma “emoção moderada” que levaria o indivíduo a ter uma ou outra atitude. Não só o que o indivíduo acredita ser verdade, mas o modo como ele sente, faria diferença na hora dele optar por uma atitude positiva ou negativa. Dessa maneira os pais, os professores, os amigos teriam grande influência em suas atitudes.

SARABIA (1992, p.137), por sua vez, afirma que as atitudes “São tendências ou disposições adquiridas e relativamente duradouras a avaliar de um determinado modo um objeto, pessoa, sucesso ou situação e atuar em consonância com essa avaliação.”

Esta definição já fala de tendências e disposições duradouras, indicando que o indivíduo já adquiriu certas convicções no decorrer de sua vida e, agora, se encontra pronto a ter uma atitude de acordo com suas avaliações. Poderíamos, também, pensar que já existiriam certas “inclinações” ou “vocações” que levariam a uma ou outra atitude.

Cada uma dessas definições acrescenta aspectos para a discussão do conceito de atitudes. Apesar das aparentes divergências para o conceito de atitude, podemos encontrar alguns pontos comuns: a) as atitudes têm origem nas experiências subjetivas; (b) as atitudes são tomadas face a um objeto; (c) as atitudes incluem sempre uma dimensão avaliativa. Assim, as atitudes são feitas de interações sociais, obtidas por processos de interações sociais, obtidas por

processos de comparação, identificação e diferenciação permitindo-nos, em determinados momentos, tornar as nossas posições face às dos outros.(VALA & MONTEIRO, 1997).

KLAUSMEIER (1997) entende que o conceito de atitude pode ser usado para designar um referente individual ou as disposições emocionais do indivíduo, que forma suas atitudes de acordo com as experiências de aprendizagem e do seu padrão de desenvolvimento e, também, como uma entidade pública, onde a informação organizada a respeito de uma coisa ou classe de coisas, corresponde ao conhecimento acadêmico acumulado a respeito desse conceito.

Por sua vez, TESSER e SHAFFER (1990) apresentam uma definição de atitude como uma constituição tripla (cognição, afeto e comportamento). Mostram que autores como McGuire também admitem a relação entre esses três elementos e os utilizam para caracterizar as atitudes, porém apresentam discordância relativamente à atribuição de pesos a cada um dos componentes.

De modo semelhante,, BRITO (1996) apresenta sua definição de atitude como sendo:

“ Uma disposição pessoal, idiossincrática, presente em todos os indivíduos, dirigida a objetos, eventos ou pessoas, que assume diferentes direção e intensidade de acordo com as experiências do indivíduo. Além disso, apresenta componentes do domínio afetivo, cognitivo e motor.”

Portanto, Brito também destaca em seu conceito os três componentes básicos na constituição das atitudes: cognição, afeto e comportamento, já indicados por Tesser e Shaffer.

Segundo VALA & MONTEIRO (1997, p. 168) a atitude seria *“um mediador entre a forma de agir e a forma de pensar dos indivíduos”*. As atitudes teriam, assim, um estreito laço com os comportamentos e seriam do campo da ação.

Para esses autores, a atitude seria a resposta, o comportamento diante aquilo que o indivíduo pensa. Se eu tenho determinado comportamento é porque ele tem relação estrita com minha atitude. Por exemplo, se eu não gosto de Matemática, jamais escolherei um curso universitário que exija conhecimento aprofundado de Matemática. Ou seja, meu comportamento explicita minha atitude.

Finalmente, vamos analisar a definição de atitude emitida por RAJECKI (1998, p. 39):

“Atitude é uma predisposição a responder de forma favorável ou não perante um objeto, possuindo três componentes: (a) reação afetiva/emocional frente ao objeto; (b) comportamento com relação ao objeto; (c) crenças sobre o objeto.”

No presente estudo, adotaremos a definição de Rajecki, dado o seu caráter funcional que envolve três aspectos importantes : o afetivo, o comportamental e o relativo às crenças. Não podemos falar em atitudes e deixarmos de lado as influências que esses três componentes têm sobre elas. Quando optamos por determinada atitude, estamos levando em consideração as crenças que absorvemos (sendo elas verdades absolutas ou não), os sentimentos vivenciados e assimilados durante o decorrer de nossa vida e o comportamento como resposta final definindo essa atitude.

Atitude e concepção são termos que guardam estreita relação, mas são conceitos diferentes, muitas vezes usados erroneamente como sinônimos.

FISHBEIN e AJZEN (citados por Moura, 1992, p. 27) propõem uma forma de relacionar esses conceitos ao dizer que “ *a distinção entre concepção, atitude e emoção é feita em termos do grau de envolvimento afetivo, envolvimento cognitivo, de intensidade e de estabilidade.*” Segundo esses autores, não há uma diferença substancial entre os conceitos de concepção, atitude e emoção. Basicamente, o que varia é o grau de envolvimento do indivíduo na sua forma de elaborar, representar as idéias e agir.

THOMPSON (1992) identifica as concepções como sendo estruturas mentais das quais fazem parte tanto crenças como qualquer tipo de conhecimento adquirido através da experiência, nomeadamente significados, conceitos, proposições, regras, imagens mentais, preferências, etc. Nesse sentido, o autor especifica como sendo concepções tanto as crenças (que são as opiniões adotadas com fé) quanto os conhecimentos adquiridos através da experiência. Dessa forma, ele deixa claro que as concepções são formadas ao longo da vida; ou seja, elas são as informações que as pessoas têm acerca de um objeto.

SHOENFELD (1992, p. 358) tem um significado amplo para a idéia de concepção: “*Concepções são compreensões e sentimentos individuais que moldam as formas como cada um conceptualiza e se envolve no comportamento matemático.*” Para ele, as concepções não podem ser consideradas isoladas umas

das outras. Elas constituem o que ele chama de sistemas de concepções. Particularmente em relação à Matemática, ele afirma: *“Sistemas de concepções são a visão que uma pessoa tem do mundo matemático, a perspectiva com a qual a pessoa aborda a Matemática e as tarefas matemáticas.”* (1985, p. 45)

É importante ressaltar que existe uma relação entre as atitudes e as concepções dos alunos. Segundo MATOS (1992), os alunos mostram a sua representação da Matemática através das atitudes que assumem frente ao trabalho matemático, salientando que essa representação tem como fundamento as suas concepções acerca da disciplina.

Embora exista uma relação entre os conceitos de atitude e de concepção, fica claro que eles não têm o mesmo significado. Quando alguém afirma gostar ou não de Matemática, essa pessoa está tendo uma atitude em relação a essa disciplina, mas quando ela afirma que a Matemática é apenas fazer cálculos e decorar fórmulas, ela está demonstrando uma concepção a respeito dessa disciplina.

Tendo como base o que foi dito acerca dos conceitos de atitude e concepção, podemos dizer que as concepções são do campo do conhecimento estando, por esta razão, relacionadas com o que pensamos, com os conceitos intelectuais, com valores morais. As concepções que um indivíduo tem acerca de um assunto determinam a sua atitude face a esse mesmo assunto. Assim, as atitudes estão relacionadas com as posições assumidas, com as ações e pode-se dizer que são do campo da ação.

As atitudes e concepções dos alunos estão associadas aos seus resultados em termos de aprendizagem. Quando alunos evidenciam atitudes favoráveis em relação a uma disciplina e à sua aprendizagem, apresentam, geralmente, bons resultados e vice-versa (PONTE, MATOS & ABRANTES, 1998, p. 201). Mas alertam estes autores, *“essa correspondência nem sempre é muito forte...havendo razões para crer que as atitudes vão se tornando menos favoráveis à medida que se sobe na escala etária”*.

Dado que as atitudes são maleáveis ou seja *“sujeitas a transformações por via de informação ou da experiência do indivíduo”* (VALA & MONTEIRO, 1997, p. 170), o papel do professor é determinante para a mudança ou para a consolidação das atitudes dos alunos. Na verdade, implicitamente, ele fornece informação e estrutura experiências que constituem a base das concepções dos alunos acerca

das áreas de conhecimento. Essas concepções exercem uma poderosa influência na avaliação que os alunos fazem das próprias capacidades, da sua vontade de se envolverem nas tarefas e na atitude final frente a uma dada disciplina. Pelas razões apresentadas, pode-se avaliar a importância do estudo das atitudes dos alunos, tendo em vista o melhoramento de seu desempenho escolar.

4.2.2 Atitudes com relação à Matemática

As atitudes com relação à Matemática sofrem diversos tipos de influências, conscientes ou inconscientes, que vão permear sua elaboração e sedimentação ao longo da vida . A família é o primeiro foco de influência. Segundo Cooper (1980, p. 210), “ *a família é especialista em estabelecer papéis para os seus membros, mais do que criar condições para cada um assumir livremente a sua identidade.*”

As concepções que a família tem a respeito da Matemática podem se transformar em crenças e criar estereótipos e preconceitos que dificilmente serão abandonados mais tarde. Quando algum membro da família teve uma experiência ruim diante a Matemática, não assimilando seus conhecimentos, ou vivenciando alguns “traumas” referentes à sua aprendizagem, com certeza ele tentará persuadir quem fizer parte de seu convívio social a se distanciar de tal disciplina tão perversa e estéril. É no meio familiar que, geralmente, nascem as interferências negativas em relação a Matemática e que, mais tarde, serão agravadas durante a vida escolar.

“(...) O mundo familiar, embora tendo certa autonomia social, por outro lado está subordinado a leis sociais ou à sociedade. A família predomina na educação inicial, a repressão das pulsões , a aquisição da linguagem...e uma série de valores morais, éticos, de costumes; enfim, a cultura da sociedade é vinculada ao indivíduo fundamentalmente pela família.” (SLAVUTZKY, 1983, p. 80)

Existem também as preferências naturais, que são aquelas tendências e aptidões que já nascem com o indivíduo. Não podemos esquecer dos atributos herdados e que, independentes de estímulos ou traumas, se farão presentes e atuantes. Alguns indivíduos parecem mais inclinados para as ciências humanas, outros para as sociais e ainda outros para as ciências exatas.

Dentre as interferências que influenciaram as atitudes com relação à Matemática, podemos destacar aquela que pode ser transmitida pelo próprio processo de ensino-aprendizagem e pelo modo de ver e conceber a Matemática enquanto ciência. Isso pode ser observado na investigação elaborada por FIORENTINI (1984) sobre algumas tendências teórico-metodológicas que caracterizaram o ensino em geral e o da Matemática, em particular.

Nesse sentido, FIORENTINI (1984) destaca cinco tendências principais: formalista-clássica, formalista-moderna, tecnicista, empírico-ativista e sócio-cultural, quanto às concepções e atitudes relativas à Matemática e ao seu ensino.

A Tendência Formalista-clássica (década de 50) caracteriza-se pela ênfase às idéias e formas da Matemática clássica, sobretudo ao modelo euclidiano (onde predominavam demonstrações de teoremas) e à concepção platônica de Matemática (que a caracterizava como uma matemática a-histórica, isto é, independente da construção humana). O ensino dessa tendência baseia-se em livros didáticos, centralizando-se na transmissão e exposição do conteúdo pelo professor, através de preleções ou de desenvolvimentos teóricos na lousa. O aluno aprende de forma passiva, memorizando e reproduzindo raciocínios e procedimentos ditados pelo professor ou pelos livros (imitação/repetição). O contexto onde este ensino se desenvolve é, basicamente, a sala de aula e os conteúdos são trabalhados de modo fragmentado, desconectados entre si e com as outras áreas do saber. É uma aprendizagem descontextualizada do social, as verdades do conhecimento são absolutas, inquestionáveis e imutáveis. Aprender, em resumo, é uma oportunidade para poucos, ou seja, para os considerados “bem dotados” intelectual e economicamente.

A Tendência Formalista-Moderna (década de 60) é resultante de uma imensa mobilização decorrente de cinco Congressos Brasileiros de Ensino de Matemática (realizados de 1955 a 1966), com a participação de matemáticos e professores brasileiros, e que ficou conhecido como o “Movimento da Matemática Moderna.” Esta tendência promoveu um retorno ao formalismo matemático com um único fundamento: as estruturas algébricas e a linguagem formal da Matemática contemporânea. No processo de ensino e aprendizagem não há grandes mudanças porque o ensino continua centrado no professor, que expõe o conteúdo e o explica essencialmente no quadro-negro. O aluno continua como elemento passivo, reproduzindo a linguagem e os raciocínios lógico-estruturais ditados pelo professor.

Essa proposta visa, sobretudo, a formação do especialista técnico em Matemática e não à formação do cidadão propriamente dita. Fiorentini (op.cit., p.45-46) diz que:

“(...) A tendência formalista moderna, assim como ocorreu com a clássica, pecou pelo reducionismo à forma de organização/sistematização dos conteúdos matemáticos. Em ambas, a significação histórico-cultural e a essência ou a concretude das idéias e conceitos ficariam relegados a segundo plano. Há, porém, uma diferença fundamental entre esses formalismos. Em termos pedagógicos, enquanto a clássica procurava enfatizar e valorizar o encadeamento lógico do raciocínio matemático e as formas perfeitas e absolutas das idéias matemáticas, a moderna procurava os desdobramentos lógico-estruturais das idéias matemáticas, tomando por base não a construção histórica e cultural desse conteúdo, mas sua unidade e estruturação algébrica mais atual. E é sob essa perspectiva de estudo/pesquisa que é vislumbrada, para a pedagogia formalista-moderna, a possibilidade de melhoria da “qualidade” do ensino da matemática.”

A Tendência tecnicista e suas variações surge na década de 70, trazendo ainda uma abordagem tecnicista, de natureza americana, que trará como “solução” para os problemas da escola, técnicas especiais para o ensino/aprendizagem e administração escolar, atendendo ao regime militar pós-64, e inserindo a escola no modelo de produção do sistema capitalista e suas demandas. Essa tendência terá, ainda, como característica fundamental a ênfase nas tecnologias de ensino relativas ao planejamento e à organização e controle do sistema de ensino, subordinando a Educação à Sociedade e tendo como função a preparação de indivíduos competentes. A combinação das tendências tecnicista e formalista surge do confronto do Movimento da Matemática Moderna com a pedagogia tecnicista. Tecnicista por se tratar da técnica de ensino, onde se valoriza a resolução de exercícios e outras habilidades técnicas e, formalista, por enfatizar fórmulas conceitos, estruturas, definições. A aprendizagem da Matemática, portanto, fundamenta-se no desenvolvimento de habilidades e atitudes, conceitos ou princípios, pois, sendo a tendência tecnicista baseada no funcionalismo, para atender as necessidades desse sistema, não se preocupará com a formação de indivíduos que saibam situar-se historicamente no mundo. A pedagogia tecnicista

não vai se centrar nem no professor e nem no aluno, mas, sim, nos recursos e técnicas de ensino. De acordo com Fiorentini (1994, p. 50):

“(...) Podemos dizer que a tendência tecnicista, ao tentar romper com o formalismo pedagógico, apresenta um novo reducionismo, acreditando que as possibilidades de melhoria do ensino limitam-se ao emprego das técnicas especiais de ensino e ao controle/organização do trabalho escolar. No âmbito da educação científica, o método da descoberta, que compreende as técnicas da redescoberta, da resolução de problemas e de projetos, seria amplamente divulgado e estudado.”

As Tendências ativas (Empírico-ativista e a construtivista) surgem em oposição à escola tradicional, tendendo a não levar em consideração a natureza da criança em desenvolvimento, suas diferenças biológicas e psicológicas. Surge, assim, a Pedagogia Ativa. Nesta tendência, o professor será o facilitador da aprendizagem e o aluno o centralizador da aprendizagem, ou seja, será o ser “ativo”, porque este passará a ser o selecionador dos conteúdos a serem ensinados, atendendo seu desenvolvimento psicológico. Na tendência ativa, a corrente empírico-ativista, terá como principal característica o aprendizado do aluno a partir da prática, ou seja, o aluno “aprende fazendo”. Na corrente construtivista, que surgirá da Epistemologia Genética de Piaget, dá-se ênfase ao processo pelo qual o indivíduo aprende e pelo qual o conhecimento é criado.

Nas palavras de FIORENTINI (1994, p. 570):

“(...) Podemos dizer que a Educação Matemática sob a tendência ativa procura tomar a Psicologia como núcleo central de orientação pedagógica. Esse viés psicologizante da Educação Matemática tem historicamente variado de uma tendência empirista para uma mais construtivista. Há que se considerar, todavia, que a Psicologia não é uma Pedagogia, nem uma teoria educacional. A Psicologia, ao pesquisar como o indivíduo aprende, fornece subsídios valiosos à Pedagogia. Isso não implica, porém, que devemos torná-la como ponto de partida ou foco central de orientação para a prática pedagógica. O papel da pesquisa, no seio desse ideário, portanto, consistirá, de um lado, investigar como a criança aprende ou constrói determinados conceitos matemáticos e, de

outro, desenvolver atividades ou materiais potencialmente ricos que induzam ativamente a aprendizagem (empírico-ativista) ou desencadeiem conflitos cognitivos e abstrações reflexivas que possibilitem a construção de conceitos ou o desenvolvimento de estruturas cognitivas (construtivistas)”

A Tendência socio-cultural ou crítico-popular é a tendência que se aproximará dos aspectos sociais e culturais, trazendo em seu ideário pedagógico o pensamento de Paulo Freire. Ela propõe uma educação crítica e não alienante quanto à Matemática e à Educação Matemática. Sua fundamentação se apoia em D’Ambrósio (1990) que, através da Etnomatemática, vai propor uma nova visão para essa Ciência, visão essa com feições antropológica, social e política. A Matemática passa a ser aceita e vista como atividade humana determinada socioculturalmente pelo contexto onde se realiza. Embora a Etnomatemática venha se consolidando nacional e internacionalmente, ela representa uma nova postura para o ensino da Matemática. De acordo com D’Ambrósio (1990, p. 7):

“(...) A Etnomatemática é um programa que visa explicar os processos de geração, organização e transmissão de conhecimentos em diversos sistemas culturais e as forças interativas que agem no e entre os três processos (...) Trata-se, pois, de um programa onde o conhecimento se manifesta de maneira holística, isto é, que os diferentes grupos culturais possam conhecer, entender e explicar o seu mundo, utilizando-se também da Matemática, tendo assim, condições de manejar e interferir na sua própria realidade, em seu benefício e no dos que o cerca. Nesse sentido, não se pode mais pensar num currículo definido a priori, torna-se necessário pensar num currículo de Matemática que seja dinâmico, contextualizado, que reconheça a pluralidade cultural de seus alunos, que seja definido em função das suas necessidades e motivações de modo que este aluno transcenda um modo de vida restrito a um espaço social mais amplo, que sinta e perceba o impacto do mundo em que vive.”

Fica claro que houve uma grande evolução na Educação Matemática na busca da melhoria de sua prática pedagógica; entretanto, muito pouco conhecimento

dessas inovações tem chegado aos professores do Ensino Fundamental e Médio. Estes, envolvidos nas suas próprias concepções dentro de uma rotina “cega” de ensinar, acabam não compartilhando da arte de “educar”. É bem verdade que falta uma maior articulação entre aqueles que teorizam e aqueles que praticam. Muito se tem desenvolvido dentro das universidades visando uma Educação Matemática de qualidade, porém muito pouco dessas inovações tem chegado aos professores em sua prática pedagógica. Diante disso, temos, a cada ano que passa, alunos mais desmotivados, indiferentes e alienados frente à Matemática. Ainda continuamos a apresentar-lhes uma aprendizagem pobre, superficial e pouco estimulante.

As considerações anteriores mostram a importância das atitudes dos alunos frente à Matemática, ciência que hoje permeia a maioria das atuais áreas de conhecimento.

Vimos, também, que há indícios mostrando relação entre as atitudes dos alunos e a escolha de futuras profissões.

Na revisão da literatura que efetuamos, encontramos somente um estudo relacionando atitudes com relação à Matemática e escolha profissional. ARAÚJO desenvolveu um estudo sobre as “Influências das Habilidades e das Atitudes em relação à Matemática e a Escolha Profissional.” Como justificativa para o seu estudo, a pesquisadora coloca o freqüente desinteresse dos alunos de outras áreas (Biologia, Pedagogia, etc.) pela Matemática e as atitudes negativas dos mesmos frente a essa disciplina. Segundo suas palavras: *“Atitudes negativas que se manifestam por medo, fracasso, falta de capacidade, insucesso, experiências negativas e ansiedade, entre outras, no campo da aprendizagem matemática.”*

Em sua pesquisa, ARAÚJO considera que as atitudes se formam a partir das experiências e as atitudes em relação à Matemática influenciam e são influenciadas pelo ensino dessa disciplina, pela maneira como ela é trabalhada na escola, pelos professores, pelo método de ensino, pelas habilidades exigidas, pelo modo como os conceitos básicos são adquiridos, enfim, pelo sucesso ou insucesso na realização das tarefas matemáticas. A autora enfatiza, também, a importância de se construir atitudes positivas na escola, pois várias pesquisas demonstram que o desempenho dos alunos numa disciplina depende de suas atitudes frente à mesma e que tais atitudes podem influenciá-los em suas escolhas profissionais futuras.

No desenvolvimento do seu estudo, ARAÚJO optou por trabalhar com alunos do primeiro ano dos cursos de licenciatura em Matemática, Engenharia da

Computação, Ciências Biológicas e Pedagogia de uma universidade particular de Campinas e com alunos concluintes do Ensino Médio. Foram aplicados a todos os sujeitos três instrumentos: um questionário de identificação, uma escala de atitudes em relação à Matemática, tipo Likert, elaborada por Aiken (1961) e um teste de álgebra.

Como resultado da sua pesquisa, ARAÚJO afirma que:

“Os resultados indicam a existência de diferença significativa da atitude em relação à matemática, entre as áreas de opção profissional nas análises efetuadas com as duas amostras: o ensino médio e ensino superior (ANOVA F, $p= 0,0001$ e $p= 0,0000$, respectivamente). Pode-se inferir que, para os sujeitos pesquisados, a escolha profissional está relacionada à atitude em relação à matemática. Os alunos, com opção nas áreas de exatas, apresentaram atitude mais positiva que os das demais áreas; indicando, portanto, que existe relação entre a atitude e a procura pela área de exatas.”(ARAÚJO, p. 05)

Durante a análise da sua pesquisa, ela também verificou, pelas respostas apresentadas nas questões abertas, muitas denúncias, descontentamentos, fracassos, angústias, traumas e medos. Quanto ao motivo da escolha profissional, as respostas deixaram transparecer uma possível influência da Matemática na escolha profissional do sujeito: *“escolhi humanas porque não sou da matemática; não gosto da área de exatas; escolhi direito porque eu acho interessante e não tem matemática; porque me dou bem com matemática; porque eu quero ingressar numa faculdade que envolva números, etc.”*(ARAÚJO,)

Diante dos resultados da pesquisa apresentada, fica claro que é preciso assegurar aos alunos a construção de um conhecimento matemático significativo, uma vez que as atitudes são formadas a partir das experiências vividas por eles e essas atitudes vão, possivelmente, influenciar sua opção profissional futura.

KRUTETKII (1976, p. 6) afirma que:

“ deve-se lutar para desenvolver todas as habilidades de cada aluno até a extensão máxima possível, propiciando o desenvolvimento de habilidades próprias que fundamentarão sua orientação profissional futura.”

Portanto, na tentativa de contribuir para análise desse problema, o presente estudo buscará investigar se, ao final do Ensino Médio, as atitudes dos alunos tem alguma relação com a escolha profissional, uma vez que uma dada profissão poderá exigir uma utilização maior ou menor de conteúdos matemáticos.

5. Metodologia Utilizada

5.1 Participantes

Os sujeitos do estudo em questão foram alunos que estavam cursando o 3º ano do Ensino Médio das redes estadual, federal e particular da região de Mariana e Ouro Preto.

Participaram desse estudo um total de 442 alunos, sendo 57 alunos procedentes da Escola A (particular), de Mariana, 167 alunos procedentes da Escola B (técnica), de Ouro Preto e 218 alunos procedentes da Escola C (estadual), também localizada em Mariana.

Com relação ao número de sujeitos que responderam aos instrumentos e o número final retido para análise, existe uma diferença de 12 indivíduos. Foram retirados da análise final os sujeitos que não responderam de forma conveniente à escala, deixando questões em branco, marcando mais de uma resposta para a mesma questão ou, no que se refere às questões abertas, respondendo-as de forma incompleta.

5.2 - Instrumentos

Este estudo utilizou como um de seus instrumentos de coleta uma escala de atitudes (AIKEN,1961; 1963;1970; AIKEN e DREGER, 1961), com o objetivo de acessar as atitudes dos sujeitos com relação a Matemática. Uma escala é um conjunto de itens que mede uma entidade comum. No presente estudo, foi usada uma escala composta de 20 ítems (10 negativos e 10 positivos) cuja finalidade era medir a atitude com relação a uma entidade comum, no caso, a disciplina matemática (BRITO, 1996).

Foi também usado um questionário contendo algumas perguntas fechadas e outras abertas. Este questionário foi preparado para que os sujeitos do estudo respondessem questões sobre seu futuro profissional (se pretendiam fazer vestibular, qual curso escolheriam se pudessem entrar numa universidade sem

prestar o vestibular, se mudariam o curso escolhido ou não, etc). O objetivo do questionário era colher informações a respeito de uma possível escolha profissional com o intuito de verificar se existia correlação entre as atitudes positivas ou negativas dos alunos, em relação à Matemática ao final do Ensino Médio, e suas escolhas profissionais.

Com relação à escala de atitudes, utilizamos uma escala tipo “Likert”. Embora existam vários métodos que nos permitem estudar e compreender as atitudes, optamos por tal escala, por ser ela considerada a mais usada para se acessar as atitudes com relação às Ciências e à Matemática. Isto é confirmado por SHIBECI (1982), quando afirma que:

“o mais popular destes métodos tem sido o método somativo (summated rating method), geralmente conhecido como escala Likert. Por exemplo, muitas das escalas citadas em SHAW e WRIGHY (1967) são escalas Likert. Em uma revisão de 1976 a respeito da pesquisa em ensino de ciências, RENNER, ABRAHAN E STAFFORD (1978) citaram o instrumento de tipo Likert, desenvolvido por Moore e Stuman em 1970, como o instrumento mais popular nas pesquisas sobre atitudes. Mais recentemente, FRASER (1978) relatou o desenvolvimento e validação de outro instrumento tipo Likert, usado para acessar atitudes, de estudantes de 2º grau, com relação às Ciências.”(citação feita por BRITO, p. 111)

Muitos pesquisadores (AKSU, 1991; BRUSSELMANS-DEHAIRS E HENRY, 1994; dentre outros) reconhecem que, decorridos mais de trinta anos, ainda hoje predominam os estudos feitos por AIKEN, uma vez que seu instrumento mede apenas a atitude em relação à Matemática.

A predominância de pesquisas que tratam das atitudes com relação à Matemática *per se* é mostrada por AIKEN quando este afirma que:

“ embora a a maioria das investigações tenham tratado das atitudes com relação à Matemática em geral, podem ser encontradas, também, trabalhos sobre atitudes com relação a conteúdos específicos e , ainda, atitudes com relação a tipos de problemas matemáticos também podem ser encontrados”.(AIKEN, 1970, p.552)

AKSU (1991) afirma que a quantidade de pesquisas sobre as atitudes com relação à Matemática aumentou, consideravelmente, após o desenvolvimento da escala de atitudes matemáticas elaborada por AIKEN e DREGER . O que contribuiu muito para a aceitação dessa escala é que ela trata apenas das atitudes com relação à Matemática em si. Isso quer dizer esse tipo de escala não aborda sentimentos dos alunos quanto ao professor (uma vez que ele pode variar), quanto aos vários tipos de atividades propostas (que mudam com frequência), aos diversos tipos de conteúdos estudados, etc. É a chamada escala unidimensional, que consta de vários itens apenas referentes à segurança com relação à Matemática, a apreciação à Matemática e o valor da Matemática como um todo.

Existem também as escalas multidimensionais, que buscam verificar e analisar a existência das atitudes com relação à Matemática por meio de seus vários componentes. Numa mesma escala existem itens referentes quanto à atuação do professor, ao método de ensino, ao tipo de exercício proposto, à solução de problemas, etc., o que dificulta uma análise fiel do sujeito quanto ao sentimento real diante da disciplina em questão. Ou seja, naquele momento em que foi avaliado, o sujeito pode não gostar do professor, mas gostar do conteúdo que está sendo transmitido, pode não gostar de resolver problemas, mas gostar de resolver outros tipos de exercícios propostos, enfim, fica muito complexo para se avaliar, numa mesma escala, todas as dimensões de um fenômeno.

Já nas escalas de atitude com relação à Matemática que tratam o fenômeno como sendo unidimensional (DUTTON, 1951; AIKEN, 1963), fica mais fácil para o sujeito avaliar, uma vez que ele vai optar entre um componente (gostar, por exemplo) e seu oposto (não-gostar). Nesse tipo de escala o fenômeno fica restrito a uma só dimensão, o que contribui para uma maior fidedignidade nos resultados.

O problema unidimensionalidade x multidimensionalidade depende de diversos fatores e é difícil um modelo único, padrão, para todo tipo de pesquisa. Porém, segundo BRITO, p.115:

“Qualquer atitude, enquanto fenômeno humano, um constructo psicológico próprio do sujeito humano, é composta por dimensões afetivas e cognitivas e se expressa através do comportamento. Entretanto, é unidimensional no sentido de que o afeto caminha apenas em uma direção, sendo incompatível dois elementos ocuparem a mesma posição,

no mesmo instante. Isso significa que as atitudes podem ser modificadas e alteradas durante a vida do indivíduo, mas elas não podem ser antagônicas em um dado momento.”

Assim, podemos dizer que a escala de atitudes em relação à Matemática deve medir um fenômeno unidimensional, porque gostar ou não gostar da Matemática são dois pólos de uma mesma direção.

“Segundo Elizabeth Fennema, a disciplina matemática é complexa e envolve uma grande quantidade de temas, exigindo diferentes habilidades dos alunos. Essa é a razão pela qual não podemos assumir que um indivíduo sente o mesmo com relação às diversas partes da matemática. Isto significa que um aluno pode experimentar sentimentos diferentes frente a diferentes conteúdos da Matemática. Como pode ser constatado pela revisão da literatura, vários autores concordam com essa afirmação e escalas têm sido desenvolvidas para medir as atitudes frente a diferentes aspectos da Matemática, por exemplo , a solução de problemas. Entretanto, quando as escalas são compostas de proposições mais gerais e procuram não apresentar proposições específicas e detalhadas, é possível medir o sentimento com relação à disciplina como um todo.”
(BRITO, p.116)

Dessa maneira, o sujeito vai expressar o resultado final de suas experiências com relação à Matemática. É claro que se um aspecto particular da disciplina (resolver problemas ou efetuar cálculo mental, por exemplo) for algo extremamente ruim para ele, isso será absorvido e generalizado para a sua visão da Matemática como um todo. E, de modo inverso, se esses aspectos particulares não forem suficientemente determinantes, pouco influenciarão na visão final do sujeito frente à disciplina.

Sendo assim, se prevalecerem as experiências negativas em relação às positivas, elas serão as determinantes das atitudes. Por isso, apesar da escala proposta por AIKEN medir a direção dos sujeitos com relação à disciplina matemática, isolada de outros componentes (como o professor, os tipos de exercícios, o método utilizado, etc.), não podemos desprezar tais componentes, porque eles influenciam na atitude final com relação à Matemática.

A Escala de Atitudes de Aiken

Como já foi dito, a escala de atitudes com relação à Matemática elaborada por AIKEN (1961) e revista por AIKEN e DREGER (1961) é uma das mais conhecidas e utilizadas. Ela apresenta-se como uma escala de tipo Likert com cinco pontos, contendo 20 (vinte) afirmações que buscam expressar o sentimento que cada indivíduo possui com relação à Matemática. São dez afirmações positivas (questões 03,04,05,09,11,14,15,18,19,20) e dez afirmações negativas (questões 01,02,06,07,08,10,12,13,16,17).

As escalas de tipo Likert são também chamadas “escalas somativas” ou “escala somada”, porque neste tipo de escala são somadas as respostas em todos os itens, para se obter o resultado total de pontos obtidos. Elas, geralmente, contam com 5(cinco) alternativas: Concordo totalmente, Concordo, Indeciso, Discordo e Discordo totalmente. A cada um desses itens é atribuída uma pontuação que varia de 1(um) até 5(cinco) pontos. Os pontos de cada questão são somados para se obter o número de pontos para cada indivíduo e o somatório total dos pontos vem a constituir o escore.

A maioria das escalas de tipo Likert sejam escalas de 5 (cinco) alternativas, porém, no estudo em questão, optamos por retirar a alternativa “indeciso”. Essa alternativa foi retirada, porque estudos demonstraram que tal opção induzia aos participantes, ou seja, eles demonstravam uma forte inclinação a escolher essa alternativa. Ficou claro nesses estudos que a opção “neutra” (às vezes, nem sempre, indiferente, indeciso, não pensei a respeito,etc.) facilitava a resposta, uma vez que ela não obrigava ao sujeito expressar sua opinião a respeito da afirmação proposta na escala.

Vários autores como GUILFORD (1954); SPECTOR (1958); KERLINGER e KAYA (1959), ANDRICH (1978^a; 1978 b); DEATON, GLASNAPP e POGGIO (1980); ANDERSON, BASILEVSKY e HUM (1983); FULLJAMES, GIBSON e FRANCIS (1991) apontam para a possibilidade de supressão da alternativa que expressa indecisão.

Vários estudos foram feitos buscando compara os resultados do uso da mesma escala, ora utilizando a alternativa neutra, ora excluindo essa alternativa. No estudo desenvolvido por HIGHLAND-BERKSHIRE (in GUILFORD,1954)”*mostra que, dentre os métodos de escolha forçada, o que usa duas proposições favoráveis*

e duas proposições desfavoráveis foi o que apresentou maior validade.”(BRITO, p. 119)

Assim sendo, escolhemos trabalhar com a “técnica da escolha forçada”, que obriga o sujeito a escolher uma das alternativas, pois, dessa maneira, ele fica “obrigado” a se decidir por uma ou outra opção apresentada. Nesta situação, dificilmente o sujeito ficará indiferente ou temerá algum tipo de represália (muitas vezes, o aluno fica intimidado a dar sua opinião, temendo ser identificado, posteriormente, pelo professor).

Portanto, o máximo de pontos que pode ser obtido na escala de atitudes é 80 (oitenta) pontos (atitudes mais positivas) e o mínimo é de 20(vinte) pontos (atitudes mais negativas). Assim, os pontos obtidos pelo sujeito podem variar entre 20 e 80 pontos, podendo ser representada da seguinte forma:

Questão 11- A Matemática é algo de eu preciso muito.

20.....80

Discordo totalmente – Discordo – Concordo - Concordo totalmente

5.- Procedimento

A aplicação deste instrumento de coleta de dados foi feito nas salas de aula das respectivas escolas, em horário estabelecido pela supervisão ou direção das escolas e em acordo com os professores da instituição.

Num primeiro momento, explicamos aos alunos o objetivo do estudo em questão, pedindo que respondessem com sinceridade e mostrando a eles o quanto sua colaboração seria valiosa para o desenvolvimento de tal estudo. Especificamos também que manteríamos o sigilo, mantendo o anonimato de cada um dos participantes.

Num segundo momento, explicamos o preenchimento da escala de atitudes e tiramos as dúvidas quanto ao preenchimento das questões abertas. Durante as instruções, os alunos foram informados que a escala usada não tinha respostas corretas ou incorretas, deixando claro que o que estava valendo eram seus sentimentos reais com relação a cada uma das afirmações.

O tempo gasto, em média, foi de vinte a trinta minutos .

6- Análise e Resultados

6.1 – Resultado na Escala de Atitudes

Como já mencionamos anteriormente, o primeiro objetivo da nossa pesquisa era investigar as atitudes (positivas ou negativas) manifestadas pelos alunos com relação à Matemática e para isso aplicamos uma escala tipo Likert.

Para a análise da escala de atitudes e obtenção do escore de cada sujeito, o primeiro passo foi atribuir pontos a cada item, com base na afirmação expressar sentimentos positivos ou negativos. As questões (1,2,6,7,8,10,12,13,16 e 17) exprimem sentimentos negativos, enquanto as questões (3,4,5,9,11,14,15,17,18 e 19) expressam sentimentos positivos.

Para as questões positivas foram, então, atribuídos pontos de 1 a 4 na seguinte ordem: 1 (discordo totalmente); 2 (discordo); 3 (concordo); 4 (Concordo totalmente). Em seguida, as questões negativas tiveram os itens invertidos, com a finalidade de igualar a direção da atitude, isto é, os sujeitos que respondem concordando com as questões que exprimem sentimentos positivos devem, por princípio, discordar daquelas afirmações que exprimem sentimentos negativos com relação à Matemática. Como todos os itens das questões são colocados na mesma seqüência – Concordo totalmente, Concordo, Discordo, Discordo totalmente – para evitar discriminação, no momento da análise faz-se necessária essa inversão.

Após esse procedimento foram somados, para cada sujeito, os pontos obtidos na escala de atitudes. Encontrou-se, assim, o total de pontos (escore ou nota na escala) obtido por cada indivíduo. Os escores variaram de 20 a 80 pontos. Portanto, as notas dos sujeitos, as médias dos grupos e demais resultados referentes à escala variam dentro dessa amplitude de valores. Nessa escala, a média de atitudes é 50. Um aluno que obtiver uma pontuação de 20 a 50 será considerado como apresentando atitude negativa com relação à matemática; aquele que obtiver escore acima de 50 será considerado como tendo atitude positiva.

Os testes dos alunos foram, então, corrigidos para verificar a atitude de cada um deles com relação à Matemática. Os resultados podem ser observados na tabelam a seguir:

TABELA 1

Porcentagem de alunos que apresentam atitude positiva ou negativa com relação à Matemática

ATITUDE	Frequência (%)
POSITIVA	61,1

NEGATIVA	38,9
TOTAL	100

Como podemos observar a maioria dos alunos, ou seja, 61,1 conseguiu uma atitude positiva em relação à Matemática, mas apesar da maioria ter atitude positiva, ainda existe uma porcentagem significativa (quase 40%) que tem atitude negativa. Dos 442 alunos estudados, 270 obtiveram escore acima de 50 e 172 alunos obtiveram escore abaixo de 50.

Em nosso estudo, como já foi dito, trabalhamos com três escolas (A, B e C). Os resultados, por escola, no teste de atitude com relação à Matemática, estão indicados na tabela 2:

TABELA 2

Porcentagem de alunos, por escola, apresentando
atitude positiva ou negativa com relação à Matemática

ATITUDE	ESCOLA		
	A	B	C
POSITIVA	78,9	63,4	54,5
NEGATIVA	21,1	36,6	45,5
TOTAL	100,0	100,0	100,0

Na tabela, a escola A é particular, a escola B é técnica federal e a escola C é uma escola estadual.

Pelos dados obtidos, podemos observar que a maioria dos alunos, em todas as escolas, expressaram uma atitude positiva com relação à Matemática. Podemos observar, também, que a atitude mais positiva foi obtida pela escola A

(que é particular) e a menos positiva pela escola C (que é estadual). Os resultados da escola técnica ficaram entre as duas outras.

6.2 – Resultados Relativos á Escolha da Profissão

No momento estamos realizando uma análise qualitativa da escolha da profissão dos estudantes e, em seguida, faremos uma análise estatística para verificar se existe relação entre as atitudes dos alunos e a escolha da profissão por eles mencionadas. (abaixo está o início dessa análise e a conclusão deve estar pronta em uma semana)

O nosso segundo objetivo era verificar a existência de correlação entre atitude ou concepção com relação à Matemática dos alunos ao final do Ensino Médio e suas escolhas profissionais.

Para verificar o objetivo em questão, aplicamos um questionário com seis questões abertas. Tais questões visavam verificar a continuidade de estudo dos alunos após o ensino médio. Foi levantado, por aluno, sua primeira opção na escolha da profissão. Nessa primeira opção, o aluno indicava o curso para o qual pretendia prestar o vestibular. Na segunda opção, o aluno indicava que curso escolheria se pudesse entrar direto na universidade sem prestar o vestibular. O objetivo dessas duas questões era verificar se os alunos escolhiam a profissão por se identificarem com ela ou se o fazia por força das contingências (não tinham competência para serem aprovados em curso mais concorrido, visavam uma profissão que desse retorno financeiro, escolhiam tal curso por ele estar disponível na cidade em que moravam, etc.).

Para uma análise mais detalhada, considerou-se os escores dos alunos em três faixas da escala de atitudes: 20 – 40, 40 – 60 e 60 – 80. As percentagens dos alunos situados em cada faixa encontram-se na TABELA 3.

TABELA 3
Tabela referente aos escores obtidos pelas
escolas nos intervalos referidos abaixo

INTERVALO	FREQUÊNCIA (%)
20 - 40	13,8

41 - 59	49,3
60 - 80	36,9

Nessa tabela, observamos que 13,8 % dos alunos estudados obtiveram escore entre 20 e 40, ou seja, dos 442 alunos da amostra um total de 61 alunos obtiveram escore entre 20 e 40. Já no que diz respeito aos escores obtidos entre 40 e 60, obtivemos uma porcentagem de 49,3 %, ou seja, dos 442 alunos em questão 218 obtiveram tais escores. Quanto aos escores obtidos entre 60 e 80, obtivemos uma porcentagem de 36,9 %, ou seja, dos 442 alunos da amostra 163 obtiveram tais escores.

Os alunos que apresentaram escores na faixa 40 – 60, isto é, em torno da média (50), apresentaram variabilidade com relação à escolha profissional. Assim, encontramos alunos nessa faixa e com atitude positiva com relação à Matemática que escolheram profissões que exigem grau significativo de conteúdos matemáticos como alunos que optavam por profissões que não exigiam um aprendizado importante de temas matemáticos. De modo semelhante, alunos nessa faixa mencionada e com atitude negativa com relação à Matemática, tanto escolhiam profissões que exigiam Matemática como profissões que não exigiam ou exigiam um mínimo dessa disciplina.

A partir dessa constatação, iniciamos a análise dos escores situados nas faixas extremas da escala de atitude com relação à Matemática, isto é, nas faixas de 20 –40 e de 60 – 80. Nelas constatamos a existência de relação dos escores das atitudes com as escolhas de profissão exigindo ou não conteúdos matemáticos.

TABELA 4

Tabela referente às profissões em relação à escala de atitude:
 GRUPO A: grupo de profissões que apresentam Matemática no currículo;
 GRUPO B: outras profissões.

ESCOL	INTERV	INTERV	TOTA
A	ALO DE	ALO	L DE
	60-80	DE 20-	ALUN

	40				OS
	GRUPO	GRUP	GRUPO	GRUP	
	A	O B	A	O B	
A	68,0 %	32,0 %	0 %	100 %	29
B	69,8 %	30,2 %	17,7 %	82,3 %	70
C	62,5 %	37,5 %	2,7 %	97,3 %	93

Analisando a tabela verificamos que na escola A obteve uma porcentagem de 68,0 no intervalo de 60 à 80 e uma porcentagem de 32,0 no intervalo de 20 à 40, ou seja, dos 29 alunos estudados , 25 obtiveram escore entre 60 e 80 (sendo que 17 alunos pertenciam ao grupo A e 8 alunos ao grupo B) ; enquanto 4 alunos obtiveram escore entre 20 e 40 (desses nenhum pertence ao grupo A e 4 alunos pertencem ao grupo B).

Na escola B observamos que no intervalo de 60 à 80, a escola obteve uma porcentagem de 69,8 e no intervalo de 20 à 40 uma porcentagem de 30,2 , ou seja, dos 70 alunos estudados 53 obtiveram escore entre 60 e 80 (desses 37 pertencem ao grupo A e 16 ao grupo B); enquanto 17 alunos obtiveram escore entre 20 e 40 (desses 3 alunos pertencem ao grupo A e 14 alunos ao grupo B).

Na escola C verificamos que no intervalo de 60 até 80 , a escola obteve uma porcentagem de 62,5 e no intervalo de 20 até 40 , a escola obteve uma porcentagem de 37,7, ou seja, dos 93 alunos estudados 56 obtiveram escore entre 60 e 80 (desses 35 pertencem ao grupo A e 21 ao grupo B); enquanto 37 obtiveram escore entre 20 e 40 (desses 1 aluno pertence ao grupo A e 36 ao grupo B).

Desse modo, quando fazemos uma análise mais específica dos dados obtidos, observamos que os alunos , num total de 192, que obtiveram escores entre 60 e 80 e entre 20 e 40 , apresentam correlação entre sua atitudes frente à Matemática e suas escolhas profissionais. Na escola A dos 29 alunos estudados , 21 apresentam tal correlação (72,0 %) ; na escola B, dos 70 alunos estudados , 51

apresentam tal correlação (72,8 %) e na escola C , dos 93 alunos estudados, 71 alunos correspondem a esta correlação (76,3%).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ABRANTES, P. *O trabalho de projecto e a relação dos alunos com a Matemática: Uma experiência do projeto Mat789*. (Tese de Doutoramento, Universidade de Lisboa). Lisboa: APM, 1994.

ARAÚJO, E. A. *Influências das habilidades e das atitudes em relação à Matemática e a escolha profissional. XI SIEM – Programa Científico*. Instituto de Ciências Exatas – Pontificia Universidade Católica de Campinas
(www.lite.dae.unicamp.br/grupos/psiem/pesqanda.htm).

BEM, D. J. *Concepções, atitudes e assuntos humanos* . Tradução de Carolina Martuscelli Bori. São Paulo: EDUSP, 1973.

BOHOSLAVSKY, R. (org.). *Lo vocacional: teoria, técnica e ideologia*. Buenos Aires, Ediciones Busqueda, 1975, 156 pp. Publicado em português pela Cortez Editora em 1993.

_____. *Orientação Vocacional: a estratégia clínica*. São Paulo: Martins Fontes, 1981, 221 pp. (Autor citado por Mello, F. A.)

BORASI, R. The invisible hand operating in mathematics instruction: students' conceptions and expectations. In T. J. Cooney & C. R. Hirsch (Eds), *Teaching and leaaarning mathematics in the 1990s* (pp. 174-182). Reston: NCTM.

BRITO, M. R. F. *Um estudo sobre as atitudes em relação à matemática em estudantes de 1º e 2º graus*. Campinas, SP : FE/UNICAMP, 1996. (Tese de livre docência).

_____. Adaptação e validação de uma escala de atitudes em relação à Matemática. *Revista Zetetiké*, CEMPEM,FE/unicamp, v.6, n.9, jan/jun., 1998.

_____. Atitudes (des)favoráveis com relação à Matemática. *Revista Zetetiké*, Campinas, SP, v.4, n.6, jul/dez.1996.

CASTRO, M. H. G. (1999). *O sistema educacional brasileiro: tendências e perspectivas*. In: Veloso, J. P. E Albuquerque, R. C. (orgs). *Um modelo para a educação no século XXI*. Rio de Janeiro: José Olympio.

CÉSAR, M., FONSECA, S., COSTA, C., SILVA DE SOUZA, R., MARTINS, H., & MALHEIRO, I. *Sapo ou príncipe encantado?* – 2º acto. In Actas do ProfMat 99, (pp. 241-248). Lisboa: APM.

COOPER, D. *A morte da família*. São Paulo: Martins Fontes, 1980, 175 pp.

D'AMBRÓSIO, U. *Etnomatemática*. São Paulo, SP: Ática, 1990.

_____. Desafios da Educação Matemática no novo milênio. *Educação Matemática em revista*, nº 11, ano 8, PUC /SP, 2001.

_____. *Educação Matemática: da teoria à prática*. Campinas, SP: Papirus, 1998.

FILHO, C. R. *Algumas reflexões sobre Educação/Ensino de Matemática*. ([www.unicamp.br/fe/revcomunica/ano 8 nº02/07](http://www.unicamp.br/fe/revcomunica/ano%2002/07)) / 17/11/2002.

FIORENTINI, D. *Rumos da pesquisa brasileira em educação matemática : o caso da produção científica em cursos de pós-graduação*. F.E. Unicamp/Campinas, 1994. (Tese de doutorado)

_____. Alguns modos de ver e conceber o ensino da matemática no Brasil. *Revista Zetetiké*. Campinas, SP, ano 3, nº 4, p.1 – 38, nov., 1995

KLAUSMEIER, H. J. *Manual de Psicologia Educacional – aprendizagens e capacidades humanas*. Trad. Maria Célia T. A. de Abreu. São Paulo: Harbra, 1997.

KRUTETSKII, V. A. (1976). *The psychology of mathematical abilities in schoolchildren*, (5ª ed). Chicago: University of Chicago Press. (Autor citado no estudo de Araújo, E. A.)

MATOS, J. F. *Atitudes e concepções dos alunos: Definições e Problemas de Investigação*. IN: BROWN, FERNANDES, MATOS, PONTES (org.). Educação Matemática. Col. Temas de Investigação, Instituto de Investigação Educacional, Secção de Educação Matemática da Sociedade Portuguesa de Ciências da Educação, Lisboa, pp.123-171.

MELLO, F. A. F. *O desafio da escolha profissional*. Campinas, SP: Papirus, 2002.

MORON, C. F. As atitudes e as concepções dos professores de educação infantil com relação à matemática 1. *Revista Zetetik*, v.7, n.11, jan/jun de 1999. Campinas, SP, CEPEN, FE/UNICAMP.

PONTE, J. P. *Concepções dos professores de matemática e processos de formação*. In: Brown, M. Et al. Educação Matemática: Temas de investigação. Lisboa: Instituto de Inovação Nacional e Secção de Educação e Matemática, 1992.

RAJECKI, D. W. *Attitudes: themes and advances*. Sunderland, MA, EUA: Sinauer Associates, 1982. (Autor citado por Varandas, J.).

RUIZ ORTEGA, P., VALLEJOS, R. M., FERRA, M. P. Actitudes hacia el estudio: programa pedagógico. *Revista Española de Pedagogía*. v. 50, n. 193; p. 495-553, 1992. (Autor citado por Moron, C. F.)

SARABIA, B. *El aprendizaje y la enseñanza de las actitudes*. In. COLL, C. et al. Enseñanza y aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes. Aula XXI: Santillana, 1992. (Texto citado por Moron, C. F.).

SEGURADO, I., PONTE, J. P. da. A concepção sobre matemática e trabalho investigativo 1. (www.Educ.fc.ul.pt/docentes-pt/98-Quadrante % 20.)

SHOENFELD, A. *Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense making in mathematics*. In D. A. Grouws (Ed.) *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334-370). New York: MacMillan. (Autor citado por Varandas, J.)

SOARES, D. H. P. *A escolha profissional do jovem ao adulto*. São Paulo: Summus, 2002.

SZTAJN, P. Buscando um perfil da população: Quais as crenças dos professores de Matemática? *Revista Zetetiké*, CENPEM-FE/UNICAMP, v. g., n.10, jul/dez. de 1998.

TESSER A., SHAFFER, D.R. Attitudes and attitudes Change. *Annual Review of Psychology*. V. 41; p. 479-523, 1990. (Autor citado por Moron, C. F.)

THOMPSON, A. G. Teachers' conceptions of mathematics teaching. In D. A. Grouws (Org.) *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 127-146). New York: Macmillan, 1992. (Autor citado por Moron, C. F.)

VALA, J., & MONTEIRO, M. B. *Psicologia social* (3ª edição). Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1997.

VARANDAS, J. Atitudes e concepções dos alunos. (ia.fc.ul.pt/textos/jvarandas/concalunos.pdf). Acesso em: 20/11/2002.

ZAIDAN, S. Dicionário Crítico da Educação. *Revista Presença Pedagógica*, v.5, nº 25, jan/fev. Belo Horizonte: Editora Dimensão, 1999.

1003RE VISITAS PROGRAMADAS DE ALUNOS E PROFESSORES DA ESCOLA BÁSICA AO LABORATÓRIO DE ENSINO DE MATEMÁTICA

Beatriz A. Bastos

Germana dos Santos

Lívia Narciso Beiral

Luciene de Sousa¹

Maria Cristina Costa Ferreira (orientadora)²

Heloísa Borges Nascentes Coelho (orientadora)³

RESUMO

O projeto de extensão “Visitas programadas ao Laboratório de Ensino de Matemática” foi elaborado em janeiro de 1998, com o objetivo de promover uma articulação mais estreita entre alunos e professores da educação básica e o departamento de matemática da UFMG. Este projeto, do qual participamos, consiste no acompanhamento e monitoramento de alunos e professores durante as visitas de escolas de ensino fundamental e médio ao Laboratório de Ensino de Matemática. No decorrer das visitas, são realizadas atividades que utilizam jogos envolvendo conceitos matemáticos. Nestas visitas, buscamos incentivar os professores participantes a incorporarem e adaptarem este tipo de material a sua prática pedagógica, uma vez que o jogo ajuda o aluno a construir suas novas descobertas, desenvolve e enriquece sua personalidade e simboliza um instrumento pedagógico que leva ao professor a condição de condutor, estimulador e avaliador da aprendizagem.

Em relação à nossa formação docente, este projeto contribui para a aquisição de conhecimentos e também nos proporciona a oportunidade de termos um contato direto com alunos e professores da escola básica das redes públicas e particulares de ensino. Sendo assim, acreditamos que esta experiência nos propicia maior confiança e segurança na prática docente.

¹ alunas do curso de Matemática – UFMG

² professora do Departamento de Matemática – UFMG

³ professora do Centro Pedagógico – UFMG

**1004RE A UTILIZAÇÃO DA MODELAGEM MATEMÁTICA NO ENSINO: A
CONCEPÇÃO DE LICENCIADOS EM MATEMÁTICA E PROFESSORES DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO**

Júlio César Moreira¹

Frederico da Silva Reis (orientador)²

RESUMO

Este relato é parte da pesquisa que está sendo desenvolvida em nossa monografia de conclusão do Curso de Especialização em Educação Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto.

Como nosso referencial teórico, apresentamos uma síntese das principais referências bibliográficas relacionadas à Modelagem Matemática e, principalmente, de sua utilização no ensino de Matemática a níveis fundamental e/ou médio.

Se, por um lado, a Modelagem Matemática é concebida por BIEMBENGUT & HEIN (2000), como a “arte de expressar situações-problema do nosso cotidiano por meio da linguagem matemática”, por outro, nas discussões sobre ensino e aprendizagem da Matemática, a Modelagem tem recebido algumas críticas sobre a possibilidade de sua utilização enquanto metodologia / estratégia de ensino.

Em nosso projeto, apresentamos a Modelagem Matemática como uma alternativa ao ensino tradicional de Matemática.

Na grade curricular do Curso de Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto, a disciplina Modelagem Matemática integra o bloco da disciplinas obrigatórias do 8º período.

Como os egressos deste curso e seus professores concebem o papel / a importância da referida disciplina na formação matemática do futuro professor e as possibilidades de sua utilização nos Ensinos Fundamental e/ou Médio ?

Esta questão se sustenta com base em nossa hipótese de trabalho de que a Modelagem pode ser utilizada no processo de ensino-aprendizagem de diversos tópicos da Matemática e esta utilização pode contribuir para um redirecionamento deste processo.

¹ Aluno do Curso de Especialização em Educação Matemática / UFOP

² Doutor em Educação Matemática / UFOP

A metodologia de pesquisa

Após a construção de nosso referencial teórico-bibliográfico, estamos desenvolvendo nosso projeto em três etapas:

1ª Etapa: Seleccionamos, de acordo com nossos objetivos, 5 Licenciados em Matemática e 1 professor do Departamento de Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto;

2ª Etapa: Realizamos entrevistas semi-diretivas com os mesmos;

3ª Etapa: Coletamos e interpretamos os dados obtidos na realização das entrevistas semi-diretivas;

Por fim, estamos analisando e apresentaremos os dados obtidos na etapa anterior, na versão final da monografia.

COMUNICAÇÕES CIENTÍFICAS E RELATOS DE EXPERIÊNCIA

TEMA 11 JOGOS E EXPERIMENTAÇÃO NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

1101REA UTILIZAÇÃO DO JOGO DE XADREZ COMO FORMA DE VALORIZAR A INTUIÇÃO GEOMÉTRICO-ESPACIAL EM MATEMÁTICA: UMA EXPERIÊNCIA COM ALUNOS DE 5^A SÉRIE / EF DE UMA ESCOLA ESTADUAL DE OURO PRETO-MG

Nivaldo Vicente dos Reis¹

Frederico da Silva Reis(orientador)²

RESUMO

Este relato é parte da pesquisa que está sendo desenvolvida em nossa monografia de conclusão do Curso de Especialização em Educação Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto.

Como nosso referencial teórico, apresentamos uma síntese da metodologia de trabalho desenvolvida pela equipe do Laboratório de Psicopedagogia / USP. Neste contexto, jogos são utilizados no atendimento psicopedagógico a crianças e para o aperfeiçoamento de profissionais da área educacional.

Na elaboração de nosso projeto, que contempla a realização de diversas atividades com o jogo de xadrez, foi de grande valia para nós, a sugestão de um modelo apresentada por MACEDO et al (2000), que, considerando o jogo como objeto de conhecimento, sugere quatro etapas para se “aprender com jogos e situações-problema”:

- a) exploração das matérias e aprendizagem das regras;
- b) prática do jogo e construção de estratégias;
- c) resolução de situações-problema;
- d) análise das implicações do jogar.

Em nosso projeto, ensinamos alguns alunos a jogar xadrez e, a partir daí, verificamos os reflexos do jogo em seu desempenho escolar, com ênfase na intuição geométrico-espacial em Matemática.

A questão de investigação

Existem alunos com grandes dificuldades de aprendizagem matemática e que, ainda, não conhecem o jogo de xadrez.

¹ – Aluno do Curso de Especialização em Educação Matemática / UFOP

² – Doutor em Educação Matemática / UFOP

Como o jogo de xadrez pode contribuir, de alguma forma, para valorizar a intuição geométrico-espacial em Matemática destes alunos ?

Esta questão se sustenta com base em nossa hipótese de trabalho de que o xadrez, ao estimular o raciocínio, pode se tornar um grande impulsionador da imaginação / criatividade e, também, contribuir para o desenvolvimento da memória e da capacidade de concentração, além de ser um passatempo agradável; por isso, aprendendo xadrez, acreditamos que os alunos podem superar algumas dificuldades no processo de ensino-aprendizagem de alguns tópicos da Matemática, o que certamente contribuirá para uma valorização da intuição geométrico-espacial.

A metodologia de pesquisa

Após a construção de nosso referencial teórico-bibliográfico, estamos desenvolvendo nosso projeto em três etapas:

1ª Etapa: Selecionamos, de acordo com nossos objetivos, 10 alunos de 5ª série do Ensino Fundamental da E. E. Desembargador Horácio Andrade, em Ouro Preto;

2ª Etapa: Ensinamos 5 destes alunos a jogar xadrez, observando todas as etapas de implementação do projeto, anteriormente descritas;

3ª Etapa: Coletamos e interpretamos dados através da aplicação de testes-padrão com os alunos participantes e da realização de entrevistas semi-diretivas com os professores de Matemática dos respectivos alunos.

Por fim, estamos analisando e apresentaremos os dados obtidos na etapa anterior, na versão final da monografia.

1102CC JOGOS NA MATEMÁTICA

Aline Rodrigues Ferreira

Eloisa Inês Campos

Fabiana Lúcia Ferreira

Joseane Teixeira Campos

Paula Roberta do Vale

Rosenir de Lourdes Rodrigues Mota

Gerson Alves Ferreira (Orientador)¹

RESUMO

Observando a falta de interesse e a rejeição que os alunos têm para com a matemática, nos colocamos a investigar algumas formas que fizessem com que a matemática se tornasse mais interessante, ou seja, como apresentar a matemática tornando assim os alunos mais envolvidos com ela. Os jogos na matemática foi o que mais nos chamou a atenção, pois é uma ótima forma para que os alunos além de aprenderem matemática, aprendam a respeitar regras, exercer papéis diferenciados a discutir e chegar a acordos; exigindo a capacidade e interesse que o professor tem o papel de induzir.

Palavra-chave: Matemática, lúdico, jogos na matemática.

¹ Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco -FASF
Departamento de Matemática – DEMAT

1. Introdução

A matemática é considerada uma disciplina muito complexa e abstrata, tendo seu conhecimento e aprendizado, uma compreensão muito difícil e obscuro. Ela tem sido classificada como uma atividade especial que somente pode ser aprendida na escola.

Berlim (2001), observa que a aura que encobre a matemática faz com que as pessoas que pensam situações relacionadas a ela de forma diferente daquela ensinada na escola concluam que não estão fazendo matemática; pesquisa realizada na Inglaterra, com jogadores de dardos, onde um dos membros da equipe dizia-se ruim em matemática apesar das regras do jogo exigirem uma série de cálculos e planejamento atento das jogadas. Este jogador elaborou estratégias próprias para resolver as questões do jogo e estendeu-as para sua vida pessoal, pois quando tinha que realizar algum cálculo de multiplicação, usava como referencial os elementos do jogo de dardos, ressaltando que fazia desta forma porque não sabia multiplicar. Este jogador não sabe ou não usa os mesmos mecanismos na escola? Por que as pessoas consideram que os procedimentos espontaneamente desenvolvidos não se referem à matemática? Para *Berlim*, o professor deve estar atento às alternativas que os alunos encontram para solucionar os problemas matemáticos escolares e da vida diária, compreendendo seus processos de pensamento. Além disso, pensar é construir opções, criar novos recursos, novas hipóteses e poder estender esta aprendizagem para a vida cotidiana. Um processo significativo de ensino – aprendizagem deve lançar desafios, provocar o interesse dos alunos, ativar seus esquemas de pensamento e a sala de aula deve ser um lugar para pensar os problemas e suas diferentes estratégias de resolução, com contribuição criativas por parte dos alunos e não um espaço onde os conceitos devam ser aprendidos e utilizados mecanicamente. A partir disso, os professores podem repensar sua visão acadêmica da matemática, aproveitar todos os contextos para trabalhar o pensamento matemático, percebendo nos alunos suas estratégias individuais de solução.

Devido a tais observações de *Berlim*, propusemos a interessar mais sobre os jogos na matemática, no qual é observado o desenvolvimento de todo esse processo de ensino – aprendizagem apresentado. Mas os jogos não podem ser apresentado apenas com o intuito de divertir ou conquistar o aluno, pois assim o aluno gosta do jogo e detesta a “hora da matemática”.

Através de dados provenientes dos estudos de *Nascimento*, acerca dos jogos matemáticos, ele nos salienta que a combinação jogo + Matemática muitas vezes não é bem aceita, mas que pode ser proveitosa enquanto método de ensino. Um jogo didático quando se presta como uma alternativa para o reconhecimento de conceitos ou o desenvolvimento de estratégias de treinamento técnico operatórias, sendo uma forma de utilização do jogo apenas como um meio de quebrar o aspecto “císudo” da aula de Matemática, pois a matemática aparece apenas em eventuais perguntas sobre o conteúdo que o aluno deverá responder em determinados momentos do jogo. Ele não utiliza conceitos ou procedimentos matemáticos fazem parte das estratégias para enfrentar a situação, dessa forma o jogo passa a ser um leque de infinitas possibilidades.

Nascimento (estudante da UFMG) afirma também que a maneira como o jogo é trabalhado dentro da sala, desde sua elaboração e seleção, sua proposição aos alunos e avaliação do que ali acontece é que determina qual será a contribuição pedagógica do jogo. Todo aluno aprende melhor quando sentem necessidade e estimulação em aprender e são motivados. Todo jogo tem um pouco de matemática. Cabe ao professor saber explorá-lo. Afirma ainda, que todo conflito gera raciocínio o que implica: deduzir, observar, levantar hipóteses, testar as hipóteses e finalmente concluir. Pois às vezes, o caminho que se pensava ser o mais fácil se torna o mais difícil; refletir sobre o que se fez, é um caminho para aprendermos uma estratégia que poderá ser usada em outras situações. Desenvolver o espírito de trabalho em grupo dando oportunidades aos alunos de confrontarem suas idéias, explicitá-las, avaliá-las e defendê-las, sendo assim ampliará o leque de estratégia dos alunos. No entanto, brinque com a matemática sim, e aprenda com esta brincadeira também.

Os jogos a que nos referimos a todo momento nesse trabalho, está sendo considerado como toda e qualquer atividade recreativa, no qual o aluno irá manipular, de forma lúdica, a matemática.

Pinto, por volta de 1998, apresenta em seu artigo a seguinte frase de Rey Pastor: “ A recreação matemática é um dos mais poderosos recursos motivadores de que podemos dispor para lecionar, com êxito, uma turma de adolescentes.” Mas também em (1997) *Pinto* havia observado que era difícil convencer uma grande maioria de professores, já acostumados com os métodos tradicionais do ensino, da real necessidade da recreação matemática, ou seja, dos jogos na matemática. Esses jogos pode ser utilizado, em sala de aula ou em atividades extra – classe

como excelentes auxiliares no ensino matemático, com isso o aluno passa a interessar um pouco mais pela matemática e, com o passar dos meses, vai entendendo um pouco melhor a função dessa ciência no seu próprio desenvolvimento intelectual.

Cury (1995) complementa ainda que um jogo será melhor aproveitado se servir para a prática de mais de uma habilidade matemática. Neste caso, o material é construído uma só vez e a variação dos conteúdos e das regras do jogo vai depender das necessidades do professor e dos alunos.

As crianças, desde cedo, participam de uma série de situações envolvendo números, relações entre quantidades e noções sobre espaço. Utilizando recursos próprios e recorrem a contagem e operações para resolver problemas cotidianos, também observam e atuam no espaço a seu redor. Essa vivência favorece a elaboração de conhecimento matemático (*Piccetti*, em 2001). É apresentado também que toda a aprendizagem dos conteúdos matemáticos ocorre, na educação infantil, por meio de jogos e brincadeiras; entretanto, embora a natureza do jogo propicie também um trabalho com noções matemáticas seu uso pode tornar-se uma estratégia didática quando as situações são planejadas e orientadas pelo professor que visa a um objetivo. Os jogos de regras têm como original e próprio, seu caráter coletivo. Os jogadores sempre dependem um do outro passando-nos uma idéia de assimilação recíproca pelo sentido de coletividade e de regularidade intencionalmente consentida ou buscada.

Piccetti, ainda nos mostra critérios para um bom jogo: - ser interessante e desafiador; - permitir que o próprio jogador avalie seu desempenho; - o resultado deve ser claro para que a pessoa consiga avaliar seu desempenho sem dúvidas, podendo julgar seus erros e exercer sua inteligência na resolução de problemas; - proporcionar a participação ativa de todos os jogadores durante todo o jogo. A estimulação do pensamento pode ser adquirida através de perguntas certas no momento certo.

Segundo *Ramalho* (2001), o uso de materiais concretos e lúdicos ajuda a compreender os conceitos e agilizar o cálculo mental, pois desse jeito, a matemática vira algo mais concreto.

Também *Krischke* (1997) diz que o jogo é mais presente atividade no cotidiano infantil e é através do lúdico que desde criança começa-se a testar as hipóteses, construir noções e estabelecer relações. As crianças quando brincam em grupos, ou

mesmo sozinhas, fazem de suas brincadeiras uma verdadeira prática social e, nessa prática, aprendem a jogar, a contar, a distribuir, a distinguir e organizar, desenvolvendo noções e representações matemáticas (*Pinto*, em 1996).

Em seu artigo, *Oliveira* (1994) afirma que o ensino pouco significativo e carregado de regras que é oferecido às crianças já nos primeiros anos escolares faz com muitas delas tornem-se extremamente inseguras em relação à disciplina e desenvolvam o que batizou de “ansiedade matemática”. Em vez de valorizar sua experiência acumulada e dar-lhe oportunidades de explorar as próprias idéias, privilegia a linguagem simbólica e formal da matemática que, além de complexa, está muito distante dos que os alunos vêem, ouvem e falam no cotidiano. Como só isso é repetido e levado em conta, o aluno vai perdendo a iniciativa e deixa de pensar por si mesmo. Logo *Oliveira* propõe que a escola e os mestres substituam o monótono esquema de explicação, exemplos e exercícios por desafios, jogos que estimulem a criatividade dos pequenos.

O jogo é uma atividade natural no desenvolvimento dos processos psicológicos básicos; supõe um “fazer sem obrigação externa e imposta”, embora demande exigências, normas e controle (*PCN*). Com isso podemos incluir o fazer matemático, através de jogos pois segundo *Ricetti* (2001), “fazer matemática é expor idéias próprias, escutar as do outros, formular e comunicar procedimentos de soluções de problemas, confrontar, argumentar e procurar validar seu ponto de vista, antecipar resultados de experiências não realizadas, aceitar erros, buscar dados que faltam para resolver problemas, entre outras coisas”.

Algumas dicas úteis para o professor orientar seus alunos no desenvolvimento de sua capacidade e interesse, são analisadas por *Nascimento*: - antes de fazer tentar entender; - orientar à procura de estratégias; - explorar as estratégias; - extrair o sumo do jogo e da sua experiência, tirando aqui suas conseqüências para trabalhos futuros.

Também o professor tem o papel de fazer com que os alunos, durante o jogo, tome consciência do que já sabem; têm uma representação do que se deve conseguir; e do que precisa saber, saibam medir seu progresso e serem capazes de fundamentar suas opções, suas decisões.

A partir dessas observações, *Gonçalves* (1998) propôs a desenvolver uma metodologia de ensino que permitisse: criar material didático que responda as necessidades do aluno, permitindo que ele tenha consciência de que é o agente

principal no processo de ensino – aprendizagem. E nos jogos, estas observações são apresentadas, o aluno é convocado a exhibir seu potencial, é um material que o convida a atuar, a tomar decisões, a descobrir soluções, onde o aluno senti-se responsável pela tarefa de se ensinar, de se monitorar.

No entanto, com esse material didático: o jogo. Podemos observar que segundo *Polya* (1987), o professor apresentando esse recurso didático, ele apresenta e enquadra nas três regras principais à tarefa do professor de matemática: tenha interesse por sua matéria; conheça a sua matéria; e através do jogo, ele procura ler no semblante dos seus alunos, procure enxergar suas expectativas e dificuldades, ponha-se no lugar deles.

Contudo o jogo é um recurso muito importante para o processo ensino – aprendizagem nesta disciplina tão mágica que é a matemática.

2. Exemplos de Jogos

Até então, neste trabalho, procuramos dizer apenas a importância e alguns dos motivos e opiniões à respeito dos jogos na matemática, podendo ser aplicado a outras disciplinas também. No entanto aqui estão alguns exemplos destes jogos considerados matemáticos e algumas observações que valem estar apresentando.

2.1- Fiar

Material: tabuleiro, sete fichas de uma cor e sete fichas de outra cor.

Objetivo: para ganhar, um dos jogadores deve ser o primeiro a obter quatro fichas (não necessariamente da cor que escolheu) em linha reta, sem nenhuma ficha de outra cor interferindo.

Regras: 1) cada jogador recebe sete fichas da mesma cor. 2) os jogadores jogam alternadamente. 3) Primeira fase: cada jogador coloca uma de suas fichas num dos espaço circulares do tabuleiro. Isso continua até que as sete fichas de cada jogador tenham sido colocadas. Se quatro fichas da mesma cor forem colocadas em linha reta, já pode ser declarado vencedor. 4) Segunda fase: depois de colocadas todas as fichas, cada uma delas deve ser movida em linha reta, em qualquer sentido, podendo percorrer um ou mais espaços, desde que não tenha de pular outra ficha no caminho. O jogador só pode mexer nas fichas de sua cor. 5) O fim jogo ocorre quando um jogador conseguir deixar quatro fichas da mesma cor em linha reta, seja da mesma cor ou da do adversário. Neste segundo caso, o jogador

retira uma de suas fichas que esteja atrapalhando a sequência de seu adversário. Ou seja, ele limpa uma linha de quatro fichas da mesma cor e vence.

2.2- O Cubo da Soma

Material: sete peças de madeira com figuras que se encaixam e que, montadas formam um cubo.

Como jogar: um jogador de cada vez deve montar o cubo, encaixando as peças, o mais rápido possível. Esta atividade contribui para o desenvolvimento da percepção visual na construção de conceitos de simetria e volume.

2.3- De duas a duas

Esta atividade é feita com 10 moedas dispostas conforme a figura 1:

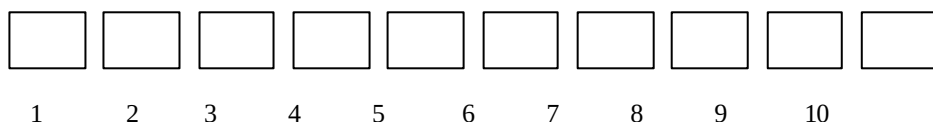


Figura 1.

Um movimento consiste em pegar uma moeda, saltar sobre duas e colocá-las sobre a moeda seguinte. Tente organizar as moedas em cinco “montes” de duas moedas cada.

2.4- Qual o diferente?

Material: Uma placa de madeira retangular com três circunferências colocadas, uma maior e duas menores, pintadas com cores diferentes (figura 2).

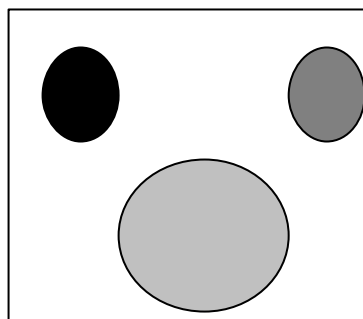


Figura 2.

Como jogar: um aluno de cada vez tenta descobrir rapidamente o que há de diferente entre as figuras e explicar o porquê. O jogo desenvolve o raciocínio rápido e lógico e contribui na resolução de problemas. Mostra o princípio básico da

computação, que utiliza as regras da lógica para aceitar ou recusar enunciados, classificar objetos, etc.

2.5- A mágica dos números

Material: um tabuleiro de madeira com 16 buracos onde serão encaixados os pinos, também de madeira. Em cima de cada um, é grudada uma bola de gude, que pode ser pintada da cor desejada e recebe um número de 1 a 16 (figura 3).

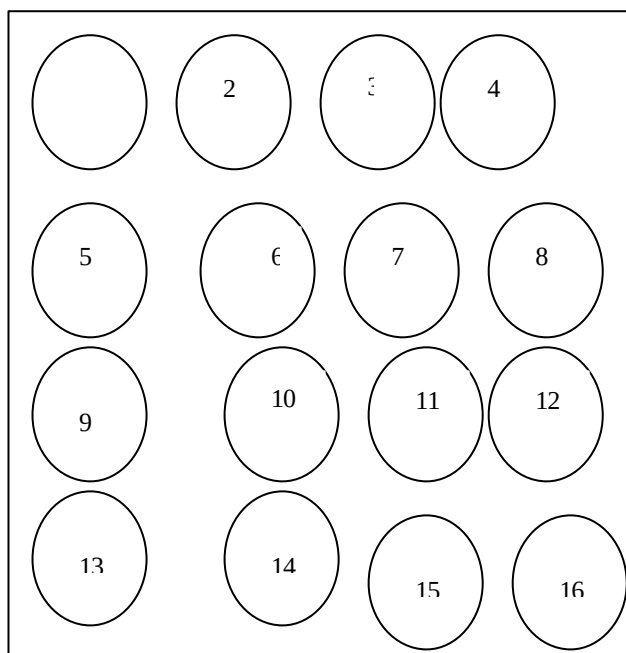


Figura 3

Como jogar: também chamado de teoria dos números, é um jogo de muita concentração e raciocínio lógico. Os pinos podem ser colocados em qualquer ordem pelo jogador, desde que a soma dos números na vertical, horizontal ou diagonal seja sempre 34. Embora no início pareça difícil, familiarizados, os alunos conseguem a mágica com rapidez.

2.6- Quadro mágico

Considere o quadrado mágico, figura 4. Observe que podemos associá-lo a uma Matriz quadrada de ordem igual a 3. Determine a inversa dessa matriz e verifique que ela é, também, um quadrado mágico. A seguir, determine a sua constante mágica. Você terá uma incrível surpresa.

8	1	6
3	5	7
4	9	2

Figura 4

2.7- Baralho Matemático

Como fazer: em cartolina, recortam-se 48 cartas para cada grupo de três ou quatro jogadores: 24 com operações desejadas e 24 com resultados (figura 5).

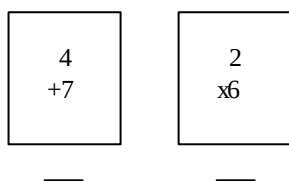


Figura 5

Como jogar: No centro da mesa, colocam-se as 24 cartas, viradas para baixo, em forma de monte, contendo os resultados. As outras 24 contendo as operações serão divididas entre os participantes. Cada aluno desvira uma carta da mesa. Encontrando a resposta certa para uma das cartas que tem na mão, forma com ela um par e ganha um ponto. Se a resposta não corresponder a nenhuma das operações contidas em suas cartas, recoloca a carta no centro da mesa, com o resultado para baixo, reiniciando, desse modo, um segundo monte, e passa a vez para o companheiro. Se na conferência dos resultados e a marcação dos pontos será feita numa ficha, pelos próprios alunos.

Observações:

- * É preciso cuidar para que só haja um resultado correto para cada carta e as 24 operações deverão ter resultados diferenciados.
- * É oportuno lembrar também que deve haver rodízio entre os participantes dos vários grupos, afim de que todos possam jogar realizando tantas operações diferentes quantos forem os baralhos dos diferentes grupos. Outra variante é que o jogo seja disputado em duplas, reunindo-se um aluno forte e um fraco em cada time.
- * Os baralhos deverão ser diferentes entre si. Desta forma, a simples troca de cartas entre os grupos garantirá um jogo novo e estimulante.

Esse jogo pode ser aplicado a todo nível de aprendizagem, mudando assim as operações de acordo com o nível.

2.8- O jogo da velha em três dimensões

Material: Um tabuleiro de madeira 64 cubos furados ao meio, 16 pinos fixados no tabuleiro. Os cubos devem ser pintados metade uma cor e metade de outra.(figura 6).

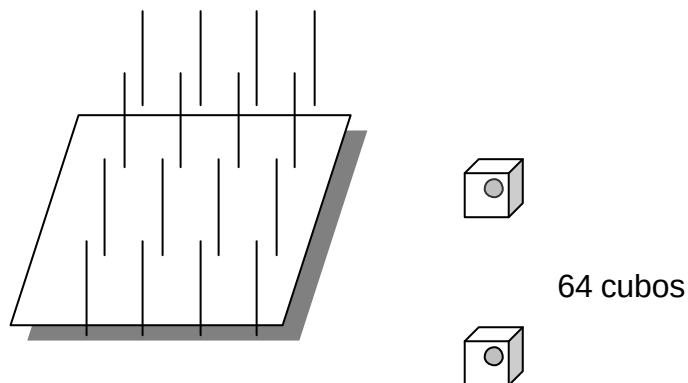


Figura 6

Como jogar: Este jogo foi criado em meados do século XVII, na França, e no século XVIII se popularizou pela Europa. Seu fundamento é o mesmo do jogo da velha tradicional, que se faz com papel e lápis, marcando circunferências e cruzinhas. Cada um dos jogadores coloca um cubo da cor que escolheu em qualquer dos pinos. O jogo vai prosseguindo até que um dos pinos esteja preenchido com pelo menos um segundo cubo em cada pino e assim sucessivamente. Ganha o jogo que alinhar quatro cubos de sua cor na vertical, horizontal ou diagonal. O jogo exige muita atenção e o importante é prever os lances seguintes do adversário.

2.9- Retângulos e divisores

Com 8 quadrinhos podemos formar os seguintes retângulos: (Figura 7)

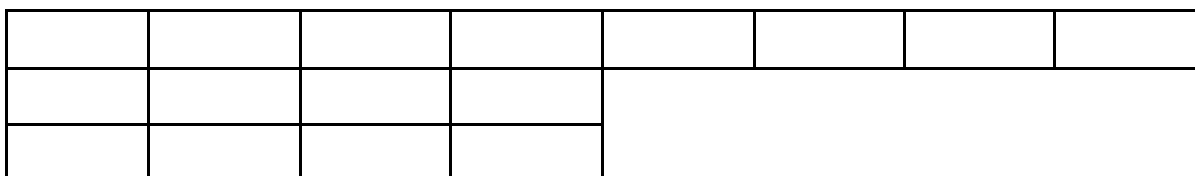


Figura 7

Observe que os números 1,2,4 e 8 são ao mesmo tempo as dimensões dos retângulos e os divisores de 8.

A) Construa todos os retângulos possíveis com 12 quadrinhos.

B) Quais são os divisores de 12?

C) Construa todos os retângulos possíveis com 7 quadrinhos.

D) Quais são os divisores de 7?

2.10- Um peso, uma balança e um problema

Um comerciante de arroz está com um problema. Ele tem uma balança de comparação e um peso de 40 Kg que quer utilizar para medir a quantidade de arroz vendida. Pretende dividir o peso de 40 Kg em quatro partes de forma a poder pesar todas as quantidades inteiras de arroz (entre 1 Kg e 40 Kg). Vamos ajudá-lo a resolver este problema?

(Resposta: 1,3,9 e 27 Kg)

2.11- Dedo no gatilho

Este jogo é simples, exigindo apenas a distribuição dos resultados das tabuadas por cartazes a serem colocados na parede. O jogo pode ser disputado aos pares ou individualmente. Na hora de marcar os resultados nos dois cartazes o professor deve tomar cuidado para não ser repetitivo e contemplar as diversas tabuadas. Dois competidores ou duas duplas são chamadas à frente. Eles permanecem diante dos cartazes e devem apontar o resultado de uma determinada multiplicação formulada pelo professor. Vence a dupla ou o competidor que for mais rápido. Um detalhe: a criança só pode apontar com o dedo quando já visualizou o resultado entre tantos números espalhados pelo cartaz. “Quem é mais rápido no gatilho vence”. O restante da turma acompanha os competidores na maior torcida e aplaudem os que acertam. Quando o número apontado não é o correto, o professor diz “não confere” e o jogo prossegue com a apresentação de outras tabuadas. É um jogo simples mas permite à criança agilizar o raciocínio e aguçar a “percepção visual”.

2.12- Contando

Quantos quadrados há na figura 8.



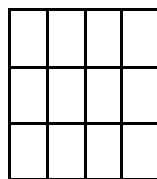


Figura 8

2.13- Jogo de Dominós

O jogo é constituído por 28 peças retangulares e pode ser confeccionados com retângulos, por exemplo, de 6cm x 3cm, divididos em 18 quadrinhos de 1cm x 1cm. A marcação dos pontos em cada peça deve obedecer a uma certa estética. (Figura 9).

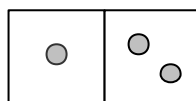


Figura 9

As peças de dominó tem sido usadas em sala de aula, nas séries iniciais, para efetuar e fixar pequenas somas. (Figura 10).

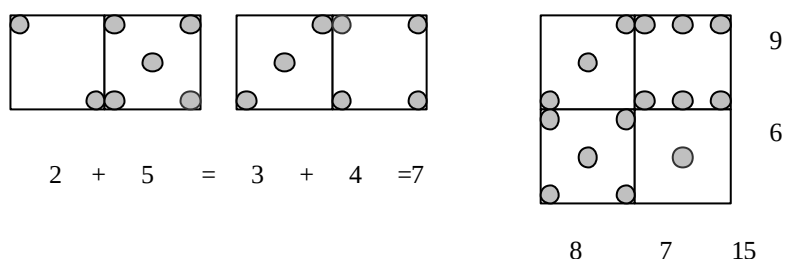


Figura 10

O próprio jogo de dominós é desafiante. O mais comum é o que envolve 4 jogadores, divididos em duplas. Cada jogador recebe 7 peças, e torna-se vencedora aquela dupla em que um dos parceiros conseguir colocar todas as suas peças antes que os demais jogadores.

Podemos também utilizar os dominós para apresentar aos alunos alguns desafios interessantes:

1-Com as 8 peças: (0e0); (0e1); (0e2); (0e3); (1e1); (1e2); (2e2) e (2e3), formar um quadrado de modo que as somas ao longo das duas diagonais sejam todas iguais a 5.

2-Com as 8 peças: (1e1); (1e2); (1e3); (1e4); (2e3); (2e4); (3e4) e (3e5), formar um quadrado cujo as somas ao longo das linhas horizontais, verticais e diagonais seja iguais a 10.

3-Trocando apenas as peças (1e1) e (3e5) pelas peças (0e2) e (4e4), repetir o desafio acima.

4-Finalmente com 18 peças:

(0e0); (0e1); (0e2); (0e3); (0e4); (0e5);
 (1e1); (1e2); (1e3); (1e4); (1e5); (1e6);
 (2e2); (2e3); (2e4); (2e6); (3e3); (3e4)

formar um quadrado cujo as somas das linhas horizontais, verticais e ao longo das duas diagonais sejam todas iguais a 13.

2.14- Tirando água do rio

Em um acampamento, João foi até a margem do rio retirar do mesmo exatamente 1 litro de água. Só que para esta tarefa, ele dispunha apenas de dois recipientes em de 3 litros e outro de 10 litros. Como retirar a água do rio?

(Encha a vasilha de 10 e vá devolvendo água no rio através da vasilha de 3).

2.15- O escolhido

Qual dos três números exibido no centro deve ser encaixado logicamente na casa central da coluna da direita? (Figura 11).

149	187	195
135		154
189		



Figura 11.

2.16- Número cem

Empregando 5 algarismos iguais, expressar o número 100 de quatro modo distintos.

2.17- A Grelha

Colocar no retângulo numerado as quatro peças (figura 12), orientadas de maneira a deixar descobertos quatro números cujo total é 43.

1	2	3	4	5
16	17	18	19	6
15	24	25	20	7
14	23	22	21	8
13	12	11	10	9

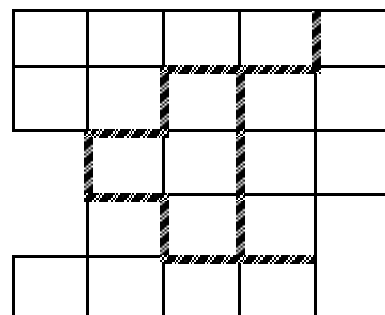


Figura 12

2.18- Este ou Aquele

Partindo do quadrado 3, marcado por uma flecha à esquerda, caminhe quadro a quadro, horizontal ou verticalmente, somando os números por que passar até o quadrado 4, assinalado à direita, de forma a somar 188 pontos. (Figura 13).

6	8	1	5	9	2	3	7	2	4	0	9
3	4	6	2	1	1	4	5	0	6	1	3
7	5	9	4	0	3	1	1	4	7	9	4
2	0	3	2	7	6	2	8	5	0	4	1
8	9	6	2	5	4	0	7	3	8	6	9

→

	1	3	8	0	3	1	5	9	0	4	1	7
	2	5	0	1	4	6	8	2	1	5	5	0
	0	1	6	4	8	3	6	5	7	0	3	8
	5	8	3	2	1	0	7	3	9	4	6	3
→	3	5	9	1	4	3	6	8	0	1	1	4
	9	0	7	7	2	9	0	1	2	9	8	7
	1	8	2	0	6	1	3	5	7	4	2	5

Figura 13

2.19- Os cincos

Colocar sinais aritméticos de modo a obter os resultados desejados.

5	5	5	5 = 4
5	5	5	5 = 0
5	5	5	5 = 6
5	5	5	5 = 3

2.20- 1 A 9

Colocar todos os Algarismos de 1 a 9 de maneira a encontrar resultados. (Figura 14)

	+		-		2
X		-		÷	
	÷		X		8
-		+		+	
	+		-		6
4		11		12	

Figura 14

2.21- O jogo da idade

É surpreendente e funciona! Por quê?

1-Antes de tudo, escolha quantos dias da semana você gostaria de sair para passear.

2-Multiplique esse número por 2.

3-Adicione 5.

4-Multiplique o resultado por 50.

5-Se você já fez aniversário este ano, some 1752, se não, some 1751.

6-Último passo: subtraia o ano que você nasceu, com quatro dígitos.

Resultado: você deve ter agora um número de três dígitos. O primeiro dígito indica o numero de vezes que você gostaria de sair na semana, os outros dois dígitos forma sua idade!

2.22- Quebra – Cabeça triangular

O jogo baseia-se em uma configuração obtida a partir do ladrilhamento de um triângulo

equilátero ABC. (Figura 15)

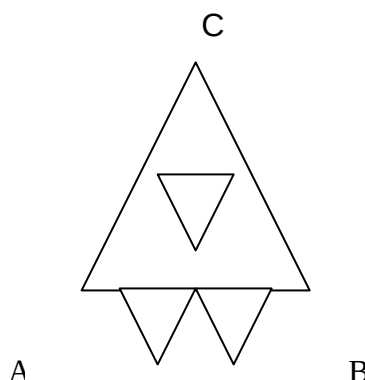


Figura 15

Material: Em cartolina , papel - cartaz ou qualquer outro material que permita escrever sobre ele, montamos um quebra – cabeça, recortando um triângulo equilátero maior que servirá de moldura e, dentro dele, desenhando a configuração citada.

Dependendo do tempo disponível e dos conteúdos a serem trabalhados, o professor pode solicitar que cada grupo de estudantes construa o seu próprio quebra – cabeça, pois já estarão sendo desenvolvidas, entretanto, às habilidades de medir trabalhar com régua e esquadro, dividir segmentos em partes congruentes, bem como poderão ser explorados os conceitos de triângulo equilátero e de congruência.

Depois de desenhada a configuração o professor vai recortá-la, destacando triângulos unitários, que podem ser reencaixados para formar a configuração original.

Um triângulo unitário, no encaixe, fica com cada um de seus lados adjacente a um lado de outro triângulo unitário ou à moldura. Assim, escrevemos uma questão sobre um dos lados de um triângulo adjacente, colocamos a resposta.

Como jogar: os alunos em grupos, devem montar o quebra- cabeça com as questões propostas e resposta correspondentes.

Ao percorrer os grupos, o professor tem oportunidade de avaliar o desempenho dos alunos e também registrar os tipos de erros cometidos. O professor recolhe os quebra – cabeças completados e confere o número de acertos, que será a pontuação de cada grupo.

O quebra – cabeça triangular tem a vantagem de poder ser usado em qualquer nível de ensino e com vários conteúdos.

2.23- O jogo do 21

Pode ser usado para trabalhar álgebra, cálculo mental, cálculo relacional, probabilidade e estimativa.

Os alunos jogam com 52 cartas do baralho. Cada carta vale o seu número, de 2 a 10, o ás vale 1 ponto e as figuras (dama, valete e rei) contam 10 pontos cada. O objetivo do jogo é somar 21 pontos com as cartas que cada jogador tem nas mãos.

O jogo começa com a escolha de um aluno para ser a banca, que é aquele jogador que distribuirá as cartas. São duas para cada um, de saída. A sua vez de jogar, cada criança recebe mais cartas, tantas quantas julgar necessário para completar 21 pontos. Uma dessas cartas deve ficar fechada, se pedir mais uma carta e ultrapassar o 21, o jogador tem de avisar que estourou e sai do jogo. Ele também pode optar por parar a jogada com uma contagem de pontos inferior a 21 e aguardar a nova rodada, na esperança de que os outros jogadores estourem e abandonem o jogo. Quem completar 21 pontos primeiro ganha o jogo. Se ninguém atingir essa soma, ganha quem tiver o maior número de pontos, desde que inferior a 21.

2.24- Mico Matemático

Pode ser adaptado conforme dificuldades específicas dos alunos, os alunos podem usar rascunho para as contas mais difíceis, mas devem ser incentivados a fazer cálculo mental.

Como fazer e jogar:

- 1-O primeiro passo é recortar a cartolina obtendo-se 27 retângulos de aproximadamente 4 por 6 centímetros.
- 2-Em seguida, os alunos devem checar as questões e respostas que você fornecerá para cada grupo.
- 3-Para dar um acabamento melhor no material, as questões e respostas devem ser copiadas em pedaços de papel menores e, em seguida, coladas nas cartas.
- 4-Corte os cantos de cada carta para dar um aspecto de baralho.
- 5-A regra é simples. Cada aluno, na sua vez, tenta encontrar os pares corretos. Ganha quem o fizer mais vezes. Se encontrar o mico perde o jogo.

2.25- Quebra – Cabeça

Este quebra-cabeça é parecido com o quebra-cabeça triangular porém as questões são coladas atrás de uma reportagem que terá sido recortada como um quebra-cabeça, podendo assim, ser discutida também a reportagem depois de montado o quebra-cabeça correspondendo questões com respostas que estarão no tabuleiro, não precisando ser necessariamente uma reportagem.

Como fazer:

- 1-Risque as formas das peças no verso da reportagem, ou em outro material que desejar.
- 2-Recorte as peças.
- 3-Corte as peças no verso do papel cartão (parte não colorida). Não exagere na cola para que não ocorram bolhas.
- 4-Com uma folha de cartolina dobrada ao meio, prepare o envelope do quebra-cabeça, que também será o gabarito. Desenhe numa das faces o mosaico das peças. Prepare as questões e cole as respostas no gabarito. (o interessante é que tenha muitas peças de mesmo formato, para dificultar um pouco o jogo).

2.26- Sorobani

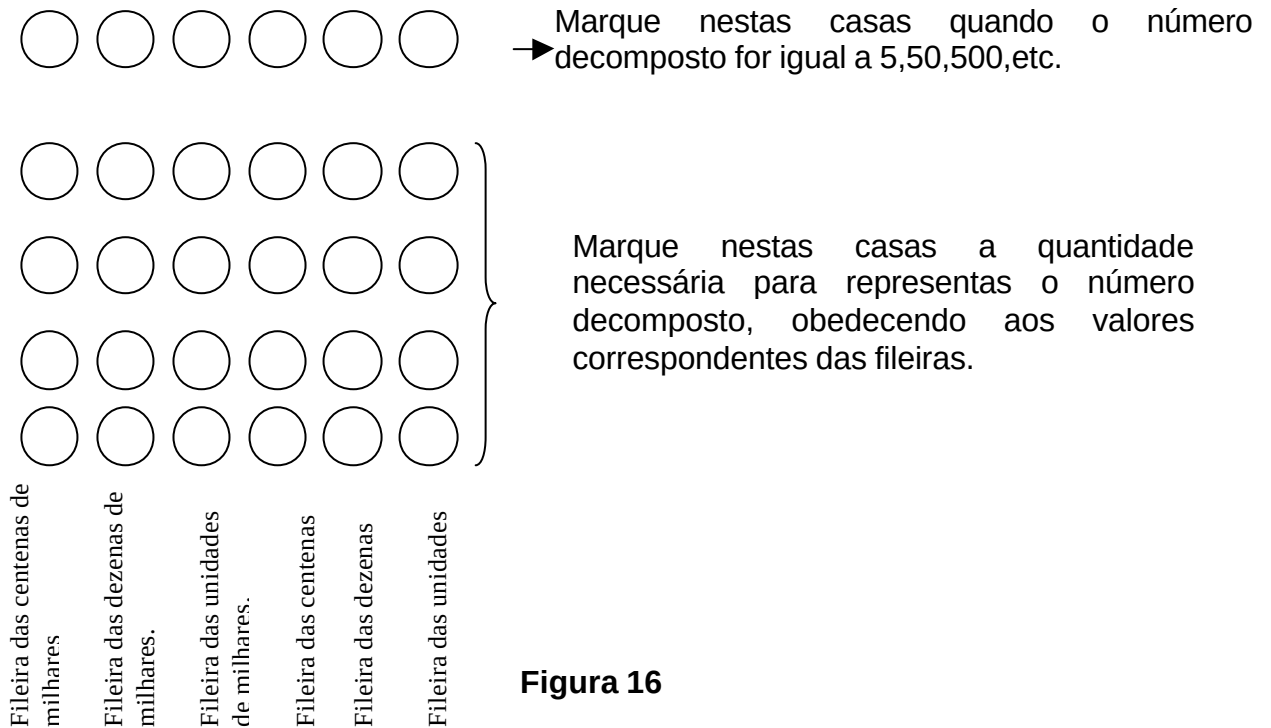


Figura 16

Material: Um tabuleiro (figura 16) e 30 peças de uma cor de um lado e outra do outro para representar os resultados das operações que serão feita.

2.27- Decifre a charada

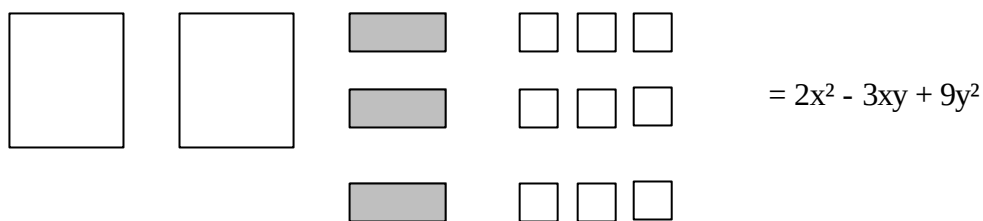


Figura 17

Para a maioria dos estudantes, álgebra é mesmo apenas uma matemática com letras, sem significado e utilidade prática. Mas não é bem assim. Através desse sistema que consiste numa espécie de jogo, cuja a base é o conceito de área, elementar na geometria. Os alunos descobrem regras para produtos notáveis e não encontrarão dificuldades posteriores com equações e sistemas.

O material: Providencie um pedaço de papelão ou cartolina (duas cores). Corte de acordo com as medidas da figura 18. Com a quantidade indicada. Em seguida, divida a turma em grupos de três ou quatro alunos e inicie a brincadeira.

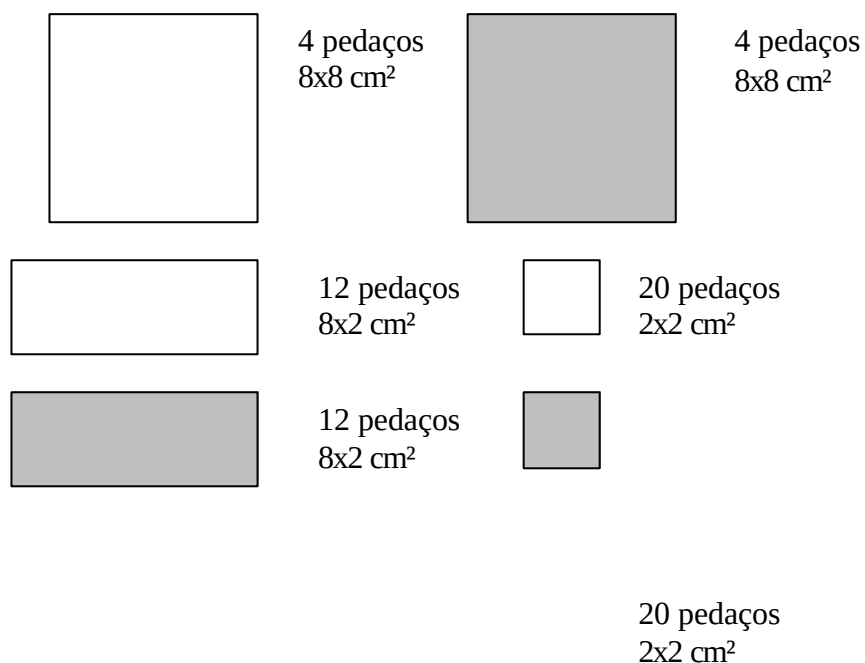


Figura 18

1-Jogo livre: os alunos devem examinar o material, contar as peças e identificar as relações entre as dimensões e formas das figuras.

2-Conduzindo o jogo: Empregando só as peças de uma só cor, deve-se induzir o aluno a chamar as duas dimensões diferentes de x e y (figura 19).

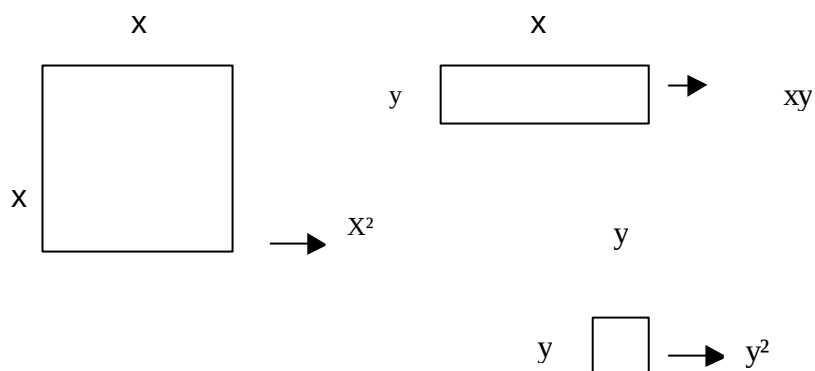


Figura 19

3-Codificação é decodificação: os alunos devem agora analisar algumas peças e escrever ao lado a representação algébrica (codificação). Em seguida, deve-se dar a cada equipe diferentes representações algébricas para apresentar as peças correspondentes. (decodificação).

4-As cores: Uma das cores é escolhida para representar valores positivos e a outra valores negativos.

5-Operação com polinômios: É apenas o jogo de juntar e adicionar, passando do concreto para as letras. Só agora comece a batizar as expressões com seus verdadeiros nomes, porque o conceito já está assimilado. Trabalhe primeiro com a adição, subtração, multiplicação e divisão. (figura 20)

	x	y	y	y
x	x^2	xy	xy	xy
	x^2	xy	xy	xy
	xy	y^2	y^2	y^2
	y			

$$(x + 3y)(2x + y) = 2x^2 + 7xy + 3y^2$$

Figura 20

6-Transição: os alunos começam transferindo os resultados obtidos com “o jogo” para o cálculo algébrico. Passam a trabalhar com as expressões algébricas sem a necessidade do jogo, mesmo em suas formas mais complexas.

3. Considerações Finais

Este trabalho nos possibilitou observar que, para planejar uma aula de matemática onde desperte o interesse e a motivação dos alunos é preciso seguir

apenas um dos 10 mandamentos estabelecido por Polya (1987), “Ter interesse por sua matéria”, pois notamos que há vários jogos nos quais são abrangidos vários conteúdos matemáticos.

Os jogos na matemática é um ótimo despertador para a disciplina colocando os alunos mais interessados e atentos, proporcionalizando-os testar hipóteses, construir noções, estabelecer relações e representações matemáticas.

Acreditamos que com uma aplicação desses vários jogos apresentados e os demais que tivemos acesso, poderá ser observado várias situações diferentes das apresentadas, na sala de aula, mas infelizmente não foi possível.

No entanto, o presente trabalho foi apenas para mostrar que podemos aprender matemática brincando, tendo assim vários resultados positivos na sua aplicação.

4. Agradecimentos

A Deus, agradecemos pela inteligência e por mais esta etapa vencida.

Ao professor Sebastião Amilcar de Figueiredo Santos e aos demais colegas da FASF (Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras do Alto São Francisco), o nosso muito obrigada

Referências Bibliográficas

BERLIM, C. G. *Repensando a Matemática*, Revista do Professor, Porto Alegre, 17(65), p- 15 16,2001.

BORGES, H. C. Rocha, T. *Jogos Matemáticos*, Belo Horizonte: Editora do Brasil, p.6, 48,55,56 e 74,1992.

CURY, H.N. *Quebra-cabeça triangular*, Revista do Professor, Porto Alegre, 11 (41), p 21-22,1995.

FALZETTA, R. *Reportagens para quebra cuca*, Nova Escola, São Paulo, p18-20, 1999.

FALZETTA, R. *Esse Mico Vale a Pena*, Nova Escola, São Paulo, p 24-25, 1999.

GOMES, M. L. M. O. *Jogo da Idade*, Revista do Professor de Matemática 37, São Paulo, p 53, 1998.

GOMES, V. *Sala de aula Vira Cassino e os alunos ficam bambas em Tabuada*, Nova Escola, São Paulo, p 26-29, 1990.

GONÇALVES, J. L. O. *O Jogo de Dominós*, Revista do Professor de Matemática 24, São Paulo, p 30-31, 1993.

GONÇALVES, M. C. N. S. *Uma alternativa para o Ensino da Matemática*, Mat. News 2, Belo Horizonte, p 25-29, 1998.

KRISCHKE, I.M. *Jogo da Roleta*, Revista do Professor, Porto Alegre, 13 (52), p 12, 1997.

MACHADO, M. A. *Isso é Matemática?*, Mat. News 3, Belo Horizonte, p 55-56, 2000.
Nascimento, R. C. *Jogos Matemáticos*, Monografia, Faculdade de Educação UFMG (FAE).

OLIVEIRA, E. *A Ansiedade das Contas*, Nova Escola, São Paulo, p 20-21, 1994.

OLIVEIRA, J. *Para Ajudar as crianças a pensarem com mais clareza*, Nova Escola, São Paulo, p 22-23, 1993.

PINTO, C. K. *Blocos Lógicos*, Revista do Professor, Porto Alegre; 12(46), p 5-6, 1996.

POÇAS, L. M. *Baralho Matemático*, Revista do professor, Porto Alegre, 11(41), p 20, 1995.

POLYA, G (1959) e MAIA, M. C. (1987). *Dez Mandamentos para o professor*, Revista Professor de Matemática, São Paulo, 10, p 2-10.

PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS, PCN- *Recursos aos Jogos*, Mec. Ministério da Educação e do desporto, Vol.3, p 48-49.

RAMALHO, P. *A conta que muda números no Ceará*, Nova Escola, São Paulo, p 48-30, 2001.

PICCETTI, V. P. *Jogos em grupos para Educação Infantil*, Educação Matemática em Revista, 11, p 18-25,2001.

RIZZO, S. *Peças no tabuleiro contas na cabeça*, Nova Escola, São Paulo, p 48-50,1998.

1103CC O JOGO NA SALA DE AULA: A BUSCA DE ALTERNATIVAS PARA AS AULAS DE MATEMÁTICA NAS SÉRIES FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Monica Baeta Marques¹

RESUMO

Este trabalho foi realizado numa escola pública do Rio de Janeiro e apresenta dois relatos da aplicação do jogo em turmas das séries finais do ensino fundamental, os quais fazem parte da minha dissertação de mestrado, em desenvolvimento. A primeira atividade tem como objetivo, desenvolver, pelos próprios alunos, alguns critérios de divisibilidade, e a segunda trata de introduzir a linguagem algébrica com a finalidade de construir os conceitos de monômios e polinômios e suas operações.

Esses jogos possibilitam tanto o aprimoramento e o desenvolvimento dos conteúdos matemáticos, quanto contribuem, de forma significativa, no desenvolvimento da autonomia, de atitudes críticas, da criatividade, da cooperação, como também permitem trabalhar a auto-estima, a ansiedade, os limites do educando, entre outros, concorrendo dessa forma, com uma formação plena capaz de fazê-los enfrentar situações-problema em qualquer área.

¹ Mestranda em Ciências Pedagógicas pelo Instituto Superior de Estudos Pedagógicos (ISEP) do Estado do Rio de Janeiro. PREFEITURA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO baetamo@terra.com.br

A Educação Matemática vem passando por sérias avaliações, reflexões e críticas ao longo dos anos. Vários autores, diante da rapidez crescente dos avanços tecnológicos e científicos, estão preocupados com o rumo que o ensino da Matemática tem tomado, concordando que, para esse ensino, urge a necessidade de mudanças, descoberta de novos caminhos, novos paradigmas, novas concepções e novas práticas.

Percebem-se algumas mudanças na área educacional brasileira, entre elas a elaboração da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) e depois, a elaboração dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) que estão sendo implantados nas escolas. Novos paradigmas mostram-se cada vez mais convincentes, diante de uma sociedade em busca de respostas.

Não se pode deixar de discutir que um modelo pedagógico predominante no ensino da Matemática ainda se encontra presente. De acordo com Hoff (1996), esse modelo reflete um ensino/aprendizagem que ocorre de maneira estática, pronta, infalível. Os conteúdos matemáticos são, de maneira geral, trabalhados de forma segmentada, sem sentido, sem nenhuma relação com outras áreas do saber. O professor é a figura central, e seu papel resume-se apenas em transmitir informações. Ao aluno cabe apenas ouvir e registrar o que o professor expõe, fazer exercícios semelhantes aos resolvidos no quadro pelo professor, memorizar regras das quais nem sempre sabe o significado, responder corretamente os problemas propostos nos exames.

Hoff (1996) também defende que “estudos sobre a formação de professores de Matemática e sobre o livro didático, mostram que ambos reiteram esse modelo pedagógico da Matemática-produto, da transmissão-memorização” (p.77) concorrendo dessa forma, para sustentar o fracasso escolar nesse campo de atividade. Podemos acrescentar que a formação dos professores, que lecionam Matemática, não proporciona condições necessárias que possibilitem desenvolver, nos alunos, o espírito crítico e a criatividade. Afinal, eles também são frutos de uma prática pedagógica inibidora da criatividade e de atitudes críticas.

Baseada em vários autores referenciados em seu texto, Hoff (1996) conclui que esse modelo predominante não se restringe somente ao campo educacional, como também de fato “tem se prestado a uma dinâmica de despolitização da

Educação que, por sua vez, tem contribuído para a formação de pessoas não questionadoras e desqualificadas como potenciais agentes de transformação social”. (p.78)

Em conformidade com essa autora, pode-se citar D’Ambrósio (1993 e 1999), Barbosa (2001), Maia (2000), Ferreira (1997) que também criticam esse modelo pedagógico característico de uma ideologia “conservadora, comprometida com a reprodução do autoritarismo, da heteronomia, da submissão passiva e da ausência de crítica”. (Becker apud Hoff, 1996, p.77).

É preciso ter em mente que a Educação Matemática continua a ser motivo de preocupação para alunos, professores e pais, e diante dessa perspectiva pessimista e preocupados em buscar uma “nova educação matemática, sem as obsolências que a caracterizam” (D’Ambrósio, 1993, p.22), nós educadores, devemos melhorar a qualidade do nosso trabalho, reestruturando os programas e nos responsabilizando por mudanças. “É preciso ter presente que o objetivo de todo ensino, seja de Matemática, seja de qualquer outra disciplina, é transmitir idéias, estimular o pensamento independente e a criatividade”. (Ávila, 1993, p.2).

A busca de uma alternativa aos métodos didáticos tradicionais na disciplina de Matemática é um desafio que tem a possibilidade de garantir o cumprimento do principal objetivo da educação – fazer o aluno conhecer, crescer e se desenvolver – além de atuar com criatividade e responsabilidade. Verifica-se, também, que é unânime a idéia de que não existem uma fórmula e um processo de ensino ou aprendizagem, “correto”, “ideal”, “mágico”, “perfeito”, que acabem com muitos dos problemas que, nós educadores, nos deparamos o tempo todo, como o desinteresse, a falta de concentração, a indisciplina, as dificuldades de aprendizagem, entre outros.

Foi baseada na minha experiência como professora de Matemática em escolas públicas e particulares das séries finais do ensino fundamental que pude observar e conviver com essas dificuldades, o conseqüente fracasso e a rejeição às tarefas que a maioria dos alunos apresentava em relação aos conteúdos matemáticos.

Perante esses dilemas, que me desafiavam e me incomodavam, comecei a introduzir “jogos” nas aulas de Matemática, como uma tentativa de melhorar o trabalho docente, e também como uma possibilidade de diminuir os bloqueios

apresentados por muitos que temem a Matemática e sentem-se incapacitados para aprendê-la.

A princípio, os alunos tentavam vencer de qualquer forma. Precisavam levar em consideração as regras, tendo que cooperar para concordar sobre essas regras e poder segui-las. Depois, comparavam seus desempenhos, o que necessariamente não significa competir. Mesmo assim, durante todo o processo do jogo, pude observar finalmente, que os alunos desenvolveram naturalmente capacidades de tomar iniciativa, de elaborar idéias e perguntas, de concentrar, de organizar e de coordenar diferentes pontos de vista.

O jogo deve ser visto como uma das muitas estratégias de ensino e não como uma fórmula mágica, capaz de resolver ou amenizar todos os problemas existentes na aprendizagem da Matemática. O jogo é mais uma ferramenta que, nós professores, podemos dispor de acordo com a ocasião, como os livros didáticos, os artigos de jornais, os materiais manipuláveis entre outros .

O presente trabalho apresenta dois relatos da aplicação de jogos em turmas das séries finais do Ensino Fundamental, os quais fazem parte da minha dissertação de mestrado em desenvolvimento, que pretende apresentar, analisar e investigar o valor educacional dos jogos, como alternativa nas aulas de Matemática do ensino fundamental e com isso, promover situações que propiciem a criação, pelo professor, da tarefa de formar alunos mais críticos e criativos.

Também pretendo, com este estudo, criar melhores condições para descobrir pistas que ajudem a modificar a atuação pedagógica, especificamente em Matemática, levando em consideração o nosso sistema de ensino independente das críticas a ele destinadas.

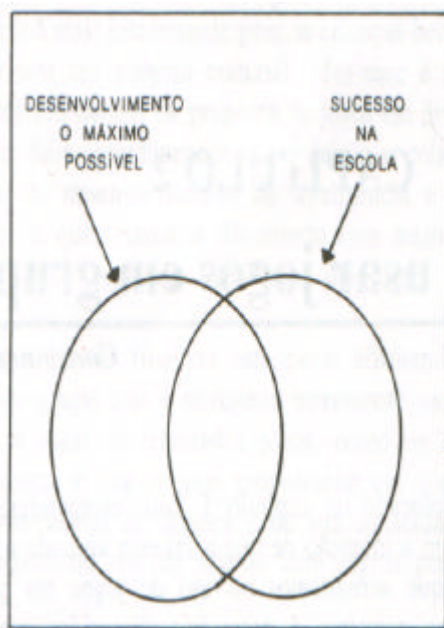
Finalmente, considero que este estudo poderá mostrar sua relevância nos novos caminhos possíveis de serem trabalhados nas escolas, permeados por uma prática pedagógica que, além de atender as expectativas de nós educadores, possibilita o rompimento com o antigo modelo educacional contribuindo, de um lado, para a análise de diferentes práticas pedagógicas e, de outro, para a elaboração crítica de outras representações do ensino da Matemática.

Jogo – Algumas Considerações

Uma grande parte dos adultos tem seu desenvolvimento moral e intelectual bem abaixo de seu potencial.

Citado por Kamii (1991), Piaget afirma em um de seus livros que “é raro encontrar um adulto verdadeiramente moral e capaz de pensamento crítico e lógico” (p.13). Desta forma é necessário pensar os objetivos da educação a longo prazo. Esses objetivos podem ser representados pela figura 1, que dizem respeito ao “desenvolvimento enquanto for possível”, extraídos da teoria de Piaget.

Kamii (1991) explica:



O sucesso na escola não é totalmente desvinculado do desenvolvimento do indivíduo. A sobreposição dos dois círculos da figura 1 refere-se a coisas ensinadas na escola que se entremeiam e apóiam o desenvolvimento. (...) a leitura, a escrita e a matemática podem se entremear e apoiar o desenvolvimento da inteligência.

Quando o aprendizado é pessoalmente significativo, útil e interessante, não é esquecido após cada exame. (...) Quanto mais se conhece o meio ambiente, mais inteligentemente se pode adaptar-se a ele. A teoria de Piaget coloca a necessidade de se repensarem fundamentalmente os objetivos da educação com o intuito de maximizar a sobreposição dos dois círculos. (p.15)

Figura1: Objetivos educacionais de longo alcance
Kamii (1991, p.14)

Nesta visão, Kamii (1991) conclui que, se uma criança tiver as três características pontuadas abaixo, a confiança e o autoconceito positivo se desenvolverão naturalmente.

- Em relação aos adultos, a criança deveria desenvolver sua autonomia através de relacionamentos seguros, em que o poder do adulto fosse reduzido ao máximo.
- Em relação aos companheiros, a criança deveria desenvolver sua habilidade de descentrar e coordenar diferentes pontos de vista.
- Em relação ao aprendizado, a criança deveria ser alerta, curiosa, crítica e confiante na capacidade de imaginar coisas e dizer o que realmente pensa. Ela deveria ter iniciativa, elaborar idéias, perguntas, problemas interessantes e relacionar as coisas umas às outras.

Quando utilizei o jogo em sala de aula, procurei alcançar as três características assinaladas acima, possibilitando assim, a interação social tão necessária que contribui para o desenvolvimento moral, cognitivo, político e emocional do aluno e concorrendo, de alguma forma, com o desaparecimento do adulto subdesenvolvido em relação ao seu potencial.

Entretanto, para atingir esses objetivos, é necessário que os jogos sejam escolhidos e trabalhados com o intuito de fazer o aluno ultrapassar a fase de mera tentativa e erro, ou de jogar pela diversão apenas.

Por isso, é tão importante a escolha de uma metodologia adequada e que permite a exploração do potencial dos jogos no desenvolvimento das habilidades envolvidas no processo do jogo como: tentar, observar, analisar, conjecturar, verificar, compondo dessa forma, o raciocínio lógico que é uma das metas prioritárias do ensino de Matemática e característica primordial de se fazer ciência.

Algumas maneiras de resolver problemas aparecem naturalmente durante os jogos. Quando o aluno tenta corrigir as jogadas fracassadas, ele se organiza de forma análoga, por intermédio das etapas determinadas por Polya (ver Dante, 1999, p.22) como “compreender o problema; elaborar um plano; executar o plano; fazer o retrospectivo ou verificação” para a resolução de problemas:

É importante, também, que os alunos saibam trabalhar em grupo, pois o ambiente de jogo exige troca de opiniões, oportunidades de argumentar com o outro de modo organizado, respeitar as opiniões contrárias, que, às vezes, levam a descobertas de novas estratégias vencedoras. Claro que, quando se trabalha em grupo, o sucesso não é imediato, e o professor deve ter paciência para colher os frutos desse empreendimento.

É preciso saber selecionar e estudar os jogos, antes de levá-los à sala de aula. “Propor alguma coisa interessante e desafiadora para as crianças, permitir que as crianças possam se auto-avaliar, quanto a seu desempenho e permitir que todos os jogadores possam participar ativamente, do começo ao fim do jogo” (p.5 e 6) são critérios pontuados por Kamii (1999) no que concerne à seleção do jogo e sua utilidade, dentro do processo pedagógico, nos quais me amparei.

Também usei alguns princípios que foram baseados em Krulik e Rudnik, citados por Borin (1996), tais como:

- O jogo deve ser para dois ou mais jogadores, ou seja, não pode ser um jogo “solitário” .
- O jogo deve ter regras preestabelecidas que não podem ser modificadas no decorrer de uma rodada.
- As regras devem ser formuladas de modo que, ao final, só haja um vencedor.
- O jogo não deve ser apenas mecânico e sem significado para os alunos.
- O jogo deve permitir que cada jogador possa fazer a jogada dentro das regras. A sorte deve ter um papel secundário ou mesmo em nada interferir.

Os jogos aqui trabalhados foram confeccionados pelos próprios alunos, possibilitando segundo Lopes (2001), “atingir diferentes objetivos simultaneamente” (p.37). Pode-se pontuar no âmbito escolar, alguns dos aspectos citados por essa mesma autora que puderam ser desenvolvidos durante a concepção e aplicação dos jogos: “trabalhar a ansiedade; rever os limites; aumentar a auto-estima; diminuir a dependência (desenvolvimento da autonomia); aumentar a atenção e concentração; ampliar o raciocínio lógico; desenvolver a criatividade”. (p.38-45)

Devem-se tratar os jogos para além de seus objetivos iniciais e transformá-los em situações-problema que servem de introdução ou aprofundamento de algum tópico matemático. Um jogo é considerado bom se ele permite que os alunos tenham um pensamento crítico e não ser um mero passatempo.

Relato de Experiência 1

Esta atividade foi desenvolvida com três turmas de 5ª série de uma escola pública do município do Rio de Janeiro. Utilizei um jogo chamado “Avançando com o resto”, retirado de Borin (1996, p.71), vide anexo 1, classificado como um jogo de treinamento².

O objetivo específico com esse jogo foi o de tentar desenvolver em meus alunos a elaboração, por eles mesmos, de alguns dos critérios de divisibilidade, propondo um trabalho com a sistematização dos resultados de multiplicação, por meio das tabuadas, e o cálculo de divisões simples, possuindo assim, um potencial bem maior que permite desenvolver habilidades de raciocínio e promover o trabalho em equipe.

Usei um tempo de 50 minutos para que os alunos pudessem se familiarizar com o jogo, utilizando depois mais dois tempos de 50 minutos em que propus várias questões sob a perspectiva de Resolução de Problemas. Quando da discussão das questões propostas usei mais dois tempos de 50 minutos, aproveitando e inserindo juntamente com eles, os critérios de divisibilidade por 2, 3, 4, 5, 6, 9 e 10.

As questões colocadas no meu trabalho foram:

- 1) Quais são os possíveis valores para os restos das divisões pelos números que aparecem nos dados?
- 2) O que acontece quando no dado sai o número 1?
- 3) Por que na casa com o número 0 está escrita a palavra “Tchau!”?
- 4) O que é melhor, estar na casa com o número 51 ou na casa 96?

² Os jogos podem ser classificados segundo Krulik e Rudnik em dois tipos: Jogos de treinamento: jogos que utilizamos quando através de um diagnóstico, identificamos alguns alunos que necessitam de reforço em determinado tópico e, também, como substitutos de enfadonhas listas de exercícios. Deve-se tomar algum cuidado ao utilizá-lo para que não corra o risco de transformá-lo em um instrumento do pensamento mecânico e algorítmico. É um jogo cuja característica é a repetição, logo tem que estar presente o objetivo de construir o conceito que se quer fixar. Jogos estratégicos: jogos que buscam uma estratégia vencedora. Há a necessidade da formulação de hipóteses, da argumentação e da experimentação para validar as hipóteses e a descoberta de um caminho vitorioso. O papel do professor neste tipo de jogo é expor as descobertas e ajudar na mudança de hipóteses que podem ser contestadas. Poderá levantar questões como: Você venceu por sorte ou por ter uma boa estratégia? De que maneira você chegou a essa hipótese? A estratégia descoberta é única? Se há alterações em uma ou mais regras do jogo, a estratégia é a mesma? Em que ela muda? O que acontece se há mudanças no tabuleiro ou na meta do jogo? Os jogos estratégicos são mais adequados para o desenvolvimento de habilidades do pensamento do que para o trabalho com algum conteúdo específico. Dentro da metodologia de Resolução de Problemas é possível explorar ou transformar os dois tipos de jogos. Um jogo estratégico pode servir para estudar um conteúdo e um jogo de treinamento pode envolver algumas decisões estratégicas de como melhorar as chances para vencê-lo. (Borin, 1996, p.15-17)

- 5) Se a sua ficha estiver na casa com o número 80, quais são os números que devem sair no dado para que você ganhe o jogo?

As respostas a essas questões devem exigir uma reflexão cuidadosa das propriedades dos números, quanto à divisibilidade pelos números de 1 a 6.

Encontrei enorme dificuldade na resposta da questão 1. Os alunos não conseguiam entender o que estava sendo pedido e tinham também uma dificuldade muito grande em “descobrir” os possíveis restos. Nesse caso, constatei o óbvio: os alunos continuam com um bloqueio em relação à divisão. Das turmas trabalhadas havia em média nove grupos de quatro alunos cada, e nesta questão somente um aluno por turma conseguiu resolver.

Na questão 3, eles sabiam que não era possível dividir um número por zero, mas foram poucos que souberam verbalizar.

Como não havia tempo físico para me aprofundar nessas dificuldades, não lhes dei a devida atenção e me fixei somente nas que se referiam aos critérios de divisibilidade.

A partir disto solicitei aos alunos que fizessem uma lista com os números divisíveis por 2 e a seguir propus:

- 6) Como é possível saber se um número é divisível por 2, sem efetuar a divisão por 2?

Muitos alunos conseguiram perceber que os números deveriam ser pares e outros não conseguindo verbalizar, escreveram que tinham que terminar com os algarismos 0, 2, 4, 6 ou 8. Depois disso, foi possível associar o conceito de ser divisível por 2 com o conceito de ser múltiplo de 2, isto é, ser par ou poder ser escrito como o produto de 2 por um outro número inteiro qualquer.

Novamente propus a mesma discussão com a divisibilidade de 3, 4, 5, 6, 9 e 10.

De modo análogo à divisibilidade por 2, os alunos trataram os números divisíveis por 3, dizendo ser todos os números ímpares. Logo é percebido o erro e questionado como ser possível “descobrir uma forma mágica”. Nenhum aluno conseguiu elaborar esse critério. Já com o 5 e 10 foi mais fácil.

Outra alternativa utilizada foi pedir aos alunos que pintassem, por exemplo, de vermelho os números que são múltiplos de 2 e de amarelo os que são múltiplos de 3

e questionar: 7) Por que alguns dos números foram pintados com as duas cores? Que números são esses? Eles são múltiplos de que número?

Repeti essa atividade, escolhendo os números que são múltiplos de 2 e 5, para que os alunos pudessem concluir que os números múltiplos de dois números são múltiplos do produto desses números. Encontrei certa dificuldade no início, mas depois consegui alcançar meus objetivos com um percentual de 50%. Fato, esse, bem significativo, pois meus alunos são provenientes de escola pública, na qual alguns professores não permitem que seus alunos desenvolvam a confiança na própria capacidade de encontrar soluções.

Esse jogo permite que os alunos criem jogos semelhantes. Cito algumas possibilidades como: modificar os números do tabuleiro; usar fichas numeradas de 1 a 9; incluir outros números que possam ser, como a casa 0, uma posição que elimina o jogador da brincadeira (ou fazê-lo voltar ao início); usar dois dados para compor um número de dois algarismos para ser o divisor.

Concluindo, esse jogo serve para substituir enfadonhas listas de exercícios, algumas até mimeografadas, aprender as diversas propriedades dos números que, muitas vezes são estudadas de forma descontextualizada, colaborar para a construção da autonomia, motivar e contribuir de maneira decisiva para o desenvolvimento emocional da criança.

Relato de Experiência 2

Esta atividade foi desenvolvida na mesma escola pública relatada na primeira experiência com uma turma de 7ª série. O jogo utilizado foi o “Jogo do Alvo”, retirado do PROMAT (Grasseschi, 1999, p.37-66) – vide anexo 2 – tendo como objetivo a introdução da linguagem algébrica, possibilitando assim, a construção dos conceitos de monômios e polinômios e suas operações. Conceitos de área e volume de figuras planas também apareceram durante o desenvolvimento desse jogo.

As atividades do PROMAT utilizam situações reais e apresentam três fases: construção, ampliação e aplicação dos conceitos, uma vez que “partem de noções já construídas, para que o aluno possa levantar hipóteses sobre uma nova situação e, daí, construir novos conhecimentos”. (p.10)

Iniciei o jogo pela construção do alvo (vide anexo 2) pelos próprios alunos, para depois, jogarem obedecendo às regras do jogo. O objetivo dessa atividade foi

de proporcionar ao aluno um contato inicial com a Álgebra por intermédio do trabalho com monômios, no qual foi atribuído, num primeiro momento, números inteiros e de pequeno valor às incógnitas, para posteriormente ir aumentando a dificuldade do cálculo numérico.

O aluno deverá sempre registrar suas “jogadas” contribuindo dessa forma, para a formalização e generalização dos conceitos. Nesta primeira etapa foram utilizados 3 tempos de aula de 50 minutos.

Passei para a segunda fase da proposta do PROMAT, na qual o tópico “Amarrando as Idéias” foi introduzido. Nessa etapa os conceitos construídos são organizados e contextualizados. Um tempo de aula de 50 minutos foi suficiente.

A seguir introduzi a terceira fase “Vivenciando os Conhecimentos”, na qual foram apresentadas atividades, na sua maioria problemas, que durante o seu desenvolvimento trabalharam os conceitos já construídos de monômios e suas operações. Em algumas delas, foi dada a oportunidade de o aluno terminar de construir alguns conceitos já tratados e em outras para eles mesmos tentarem construir outros conceitos ainda não abordados.

Trabalhei novamente com o jogo do “Alvo”, com algumas alterações, para construir o conceito da adição algébrica. A multiplicação, a divisão e a potenciação apareceram de forma intuitiva no decorrer do desenvolvimento das atividades propostas. Voltei à segunda fase para contextualizar e formalizar esses conceitos ainda não abordados e mais uma vez retornei ao “Vivenciando os Conhecimentos”. Na proposta do PROMAT, esta situação acontece dentro de uma mesma unidade quantas vezes forem necessárias, podendo assim, “substituir a correção de atividades que padronizam uma única resposta e um único procedimento” (p.10). Vale ressaltar a importância de confrontar e discutir com a turma, os diferentes procedimentos e resultados que aparecem ao longo das atividades. Foram utilizados durante as etapas acima 5 tempos de aula de 50 minutos.

De forma análoga, trabalhei o jogo das “Letras Gregas”, também retirado do PROMAT (Grasseschi, 1999, p.57 e 58), vide anexo 3, o qual permite a construção dos conceitos de polinômio e suas operações básicas. Por meio de questionamentos, o aluno foi organizando os conhecimentos, chegando à percepção da estrutura da adição algébrica de polinômios. Paralelamente, construiu técnicas operatórias e otimizou a forma de registrar as jogadas.

Esse conceito foi formalizado na fase “Amarrando as Idéias” e a seguir no “Vivenciando os Conhecimentos” foram apresentadas atividades que trabalharam e construíram os conceitos abordados.

Para trabalhar o conceito da multiplicação de polinômios, o aluno desenvolveu atividades que envolveram área e volume de figuras. O “Amarrando as Idéias”, relativo a esse conceito, organizou os algoritmos mais utilizados que, por sua vez, foram solicitados no “Vivenciando os Conhecimentos” feito logo a seguir.. Complementando o tema, o aluno construiu os algoritmos de divisão de polinômio por monômio e de polinômio por polinômio. Para finalizar, foi proposto um último “Vivenciando os Conhecimentos” em que foram retomados todos os conceitos construídos. Nesse jogo, 6 tempos de 50 minutos foram suficientes.

Várias oportunidades foram dadas para a criação de situações-problema. Esse tipo de atividade foi importante por revelar a situação real dos conhecimentos do aluno, servindo até mesmo como verificação da aprendizagem ou da avaliação dos conteúdos trabalhados.

O uso do cálculo mental também foi constantemente solicitado, em virtude dos benefícios que traz para o desenvolvimento cognitivo do educando. Diversas atividades apresentadas ao longo das fases não possuíam respostas prontas, em consequência, mais oportunidades foram oferecidas para o aluno desenvolver sua própria linha de raciocínio.

Considerações Finais

A atividade de jogar deve ser bem orientada para ter um papel importante no desenvolvimento de habilidades de raciocínio como organização, atenção e concentração, tão necessárias para o aprendizado, em especial da Matemática, e para a resolução de problemas em geral.

Alguns professores são contra a utilização do jogo em sala de aula, quando se deparam com a questão da competição. De acordo com Kamii (1991),

os professores têm uma justa preocupação com o tipo de competição que provoca rivalidades e sentimentos de fracasso e rejeição. (...) não acreditamos que os possíveis efeitos negativos, que resultam de competições tratadas de maneira inadequada, devam nos privar de perceber os efeitos positivos que os jogos podem ter. (...) a competição em jogos é inevitável e o professor pode e deve lidar com ela de modo positivo ao invés de evitá-la. (p.269)

Apesar dos alunos compararem seus desempenhos o tempo todo no jogo, não significa, necessariamente, que estão competindo. Nós professores, quando resolvemos utilizar o jogo em sala de aula devemos perceber de que forma essa competição se manifesta, e, se preciso, lidar com ela naturalmente para não se tornar indesejável.

As crianças tentam vencer o tempo todo, mas precisam levar em consideração as regras. Dessa forma, terão que cooperar para concordar com essas regras e poder segui-las. Segundo Kamii (1991) Piaget coloca que “o desenvolvimento da habilidade de competir em jogos acompanha o desenvolvimento da habilidade de descentração e coordenação de pontos de vista”. (p.274) Esses desenvolvimentos são vistos por Piaget em outras áreas por ele estudadas. Portanto, desenvolver as habilidades da criança de competir num jogo, tem características muito mais amplas.

Não se pode deixar de ressaltar também, a questão da avaliação, considerada por alguns educadores como uma questão bastante delicada, principalmente em se tratando de jogos, uma vez que o professor sente dificuldades na forma de avaliar o aluno, quando da utilização de jogos em sala de aula.

Entretanto, pode-se através da metodologia de Resolução de Problemas, propiciar problemas que envolvam o desenvolvimento do raciocínio e que possibilitem discussões diante das soluções obtidas e como foram encaminhadas. No que diz respeito aos jogos de treinamento, no caso do que utilizei em meu trabalho, é possível analisar o que o aluno aprendeu pedindo que crie um jogo semelhante ou que faça vários registros durante o jogo.

Segundo Borin (1996),

o que mais deve ter significado na avaliação “é que ela deve ir além da atribuição de notas ou conceitos, abandonando qualquer traço de coerção. E, para tanto, a avaliação em situação de jogo deve ser vista como um diagnóstico do desenvolvimento de determinadas habilidades de pensamento, de linguagem e de relacionamento inter-pessoal, exigindo, portanto, observação constante e individual”. (p.78)

As experiências com jogos hoje oferecidos pelas escolas (ou pelos professores) aos alunos das séries finais do ensino fundamental têm sido significativas para a formação plena desses educandos a fim de proporcionar um estímulo à atividade mental e à capacidade de cooperação.

Além de possibilitar uma boa base matemática às pessoas, o jogo também propicia o enfrentamento de situações novas, desenvolvendo no aluno, a iniciativa, o espírito explorador, a criatividade e a independência.

Enfim, ao propor o trabalho com jogos estou sugerindo uma prática que contemple não só o aprimoramento e desenvolvimento dos conteúdos matemáticos, mas também, fazer o aluno pensar produtivamente, podendo assim, propor boas soluções aos problemas que surjam, quer na sua vida escolar, quer no seu cotidiano.

Referência Bibliográfica

ALVES, Eva Maria Siqueira. **A ludicidade o ensino de matemática**: uma prática possível. Campinas: Papirus, 2001. (Coleção: Papirus Educação)

ÁVILA, Geraldo. **Objetivos do Ensino de Matemática**. Rio de Janeiro: SBM, Revista do Professor de Matemática, n. 27, p. 1-9, 1995.

AZENHA, Maria da Graça. **Construtivismo**: De Piaget a Emília Ferreiro. 7.ed. São Paulo: Editora Ática, 2002. (Série: Princípios)

_____. **O Ensino da Matemática**. Rio de Janeiro: SBM, Revista do Professor de Matemática, n. 23, p. 1-7, 1993.

BORIN, Júlia. **Jogos e Resolução de Problemas**: Uma estratégia para as aulas de matemática. São Paulo: IME-USP, 1996.

BRASIL. MEC. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, 1998. (3^o e 4^o Ciclos – Matemática)

BROUGÈRE, Gilles. **Jogo e educação**. 2.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 2003.

CHATEAU, Jean. **O jogo e a criança**. 3.ed. São Paulo: Summus Editora, 1987. (Novas buscas em educação, v. 29)

D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação Matemática**: da teoria à prática. 9.ed. Campinas: Papirus Editora, 2002. (Coleção: Perspectivas em Educação Matemática)

_____. **Educação para uma Sociedade em Transição**. Campinas: Papirus Editora, 1999.

_____. **Do Saber Matemático ao Fazer Pedagógico**: O Desafio da Educação. II Encontro de Educação Matemática do Rio de Janeiro. Conferência de Abertura, Macaé, RJ, out. 1999.

_____. **A Era da Consciência**. Aula magna do primeiro curso de pós-graduação em Ciências e Valores Humanos no Brasil. 2.ed. São Paulo: Editora Fundação Peirópolis, 1997.

_____. **Da realidade à ação**: reflexões sobre educação e matemática. 4.ed. Campinas: Summus, 1986.

DANTE, Luiz Roberto. **Didática da Resolução de Problemas de Matemática**. São Paulo: Editora Ática, 1999.

DUARTE, Newton (org.). **Sobre o construtivismo**: contribuições a uma análise crítica. Campinas: Autores Associados, 2000. (Coleção: Polêmicas do nosso tempo)

FIORENTINI, Dario. Alguns Modos de Ver e Conceber o Ensino da Matemática no Brasil. **Revista Zetetiké**, Campinas, ano 3, n. 4, p. 1-37, jan./jun. 1995.

GRASSESCHI, M. C. C.; ANDRETTA, M. C.; SILVA, A. P. B. dos S. **PROMAT**: projeto oficina de matemática. São Paulo: FTD, 1999. (Coleção PROMAT. Projeto oficina de matemática, obra com 4v. para alunos de 5ª a 8ª séries.)

HOFF, Miriam Schifferli. A Matemática na escola nos anos 80-90: Críticas e Tendências Renovadoras. **Cadernos de Pesquisas**, São Paulo, n.98, p.72-84, ago. 1996.

KAMII, C.; DEVRIES, R. (orgs.). **Jogos em grupo na educação infantil**: Implicações na Teoria de Piaget. São Paulo: Trajetória Cultural, 1991.

KISHIMOTO, T. M. (org.). **O brincar e suas teorias**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2002.

_____. (org.) **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. 3.ed. São Paulo: Cortez, 2001.

LIMA, Elon Lages. **Sobre o Ensino de Matemática**. Rio de Janeiro: SBM, Revista do Professor de Matemática, n. 28, p. 1-5, 1995.

LOPES, Maria da Glória. **Jogos na educação**: criar, fazer e jogar. 4.ed. São Paulo: Cortez, 2001.

MACEDO, L.; PETTY, A. L. S.; PASSOS, N. C. **Aprender com Jogos e Situações Problemas**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

MAIA, Lícia de Souza Leão. O que há de concreto no ensino da matemática?. **Revista Zetetiké**, Campinas, v. 9, n. 15/16, p. 77-98, jan./dez. 2001.

MARKARIAN, Roberto. **A Matemática na Escola**: Alguns problemas e suas causas. Rio de Janeiro: SBM, Revista do Professor de Matemática, n. 38, p. 23-32, 1998.

PARRA, C.; SAIZ, I. **Didática da Matemática**: Reflexões Psicopedagógicas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

PIAGET, Jean. **Para onde vai a educação?** 16.ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 2002.

_____. **A construção do real na criança.** 3.ed. São Paulo: Editora Ática, 2002. (Série: Fundamentos)

POZO, Juan Ignacio. **A Solução de Problemas:** aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

SANTOS, Izequias Estevam dos. **Textos Selecionados de Métodos e Técnicas da Pesquisa Científica.** Rio de Janeiro: Impetus, 2000.

SILVA, Maria Regina Gomes da. Prática pedagógica do professor-pesquisador em matemática: análises de observações de aula. **Revista Zetetiké**, Campinas, v. 4, n. 5, p. 77-88, jan./jul. 1996.

SKOVSMOSE, Olé. **Educação Matemática Crítica:** a questão da democracia. Campinas: Papirus Editora, 2001. (Coleção: Perspectivas em Educação Matemática)

SZTAJN, Paola. **Resoluções de Problemas, Formação de Conceitos Matemáticos e outras janelas que se abrem.** Rio de Janeiro: PUC-RIO, 1999.

_____. Buscando um perfil da população: Quais as crenças dos professores de matemática?. **Revista Zetetiké**, Campinas, v. 6, n 10, p. 87-103, jul./dez. 1998.

1104RE O ENSINO DA MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO INFANTIL

Marilúcia Cristina Souza Medeiros¹

RESUMO

Como professora de educação infantil, percebo a importância da Matemática nesta primeira etapa da vida escolar. Assim, desenvolvi um projeto de pesquisa e intervenção pedagógica acerca de jogos e brincadeiras que pudesse permitir, através de movimentos, a aprendizagem de conteúdos matemáticos, bem como noções espaciais. Tal projeto foi desenvolvido na disciplina Metodologia da Matemática, do curso de Pedagogia da UFJF e foi aplicado numa sala do segundo período de uma escola municipal, da qual sou regente. À criança é inculcado, na escola, que para aprender é primordial ficar estático. Quando iniciei a aplicação do projeto, em que o importante era movimentar-se, pude perceber que as crianças sentiam-se pouco à vontade com as brincadeiras, pois estavam no horário de “aula” e não de recreio. Sendo um dos objetivos do projeto o resgate das brincadeiras esquecidas no tempo, propus uma pesquisa com os pais a fim de descobrir as brincadeiras que os mesmos mais gostavam na infância. Esta sondagem foi feita pelos próprios alunos e os dados foram utilizados para várias outras atividades. Apesar do pouco tempo de aplicação do projeto, progressos se fizeram notar: os alunos utilizam melhor os espaços dentro da escola e já brincam espontaneamente com as brincadeiras sugeridas.

¹ Universidade Federal de Juiz de Fora

RESUMO

Esta experiência, ainda em andamento, faz parte das atividades do estágio supervisionado em que me propus trabalhar as dificuldades que os alunos da 6ª série de uma escola municipal de Pedro Leopoldo estavam apresentando com a aprendizagem de números inteiros.

A partir de um trabalho de monitoria que realizei no estágio, consegui detectar várias dificuldades dos alunos com os números inteiros. Para trabalhar essas dificuldades propus desenvolver, concomitantemente, com duas turmas, uma intervenção com jogos e resolução de problemas.

Esta experiência tem mostrado como jogos e resolução de problemas podem melhorar a aprendizagem de números inteiros com alunos que já apresentaram dificuldade de aprendizagem desse conteúdo.

¹ Aluna do 8º período de Matemática das Fac. Integradas Pedro Leopoldo

1106RE MATEMÁTICA PARA AS SÉRIES INICIAIS NO CURSO DE PEDAGOGIA A DISTÂNCIA DA UDESC.

Elin Ceryno¹

RESUMO:

O relato consiste em:

- Apresentar o Caderno Pedagógico 1, material escrito produzido, segundo a perspectiva histórico-cultural.
- Relatar como os alunos, de um curso a distância, que são professores são avaliados.

O Caderno busca seguir a orientação teórica que fundamenta o curso, na perspectiva histórico cultural. Como não há produção teórica no campo da Educação Matemática, que dê conta da organização curricular para as series iniciais segundo a orientação teórica apontada, o Caderno é uma tentativa de fazer essa aproximação a partir de elaborações pontuais produzidas em dissertações de mestrado e/ou doutorado orientadas pelos professores Dr. Oriosvaldo de Moura(USP) e Anna R. Lanner de Moura (UNICAMP).

O Conteúdo do Caderno é avaliado, também, por um trabalho da disciplina que buscamos fazê-lo articulando a teoria e prática- livro didático e a prática de sala de aula.

¹ Universidade do Estado de Santa Catarina

1107RE MATERIAIS PARA DESPERTAR O INTERESSE PELA MATEMÁTICA NOS CICLOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Maria Nilza Cassemiro Mariano¹

RESUMO

A aluna do 4º período de Pedagogia e Diretora da E. E. Arcebispo Dom Helvécio, aproveitou o material apresentado nas aulas de Metodologia da Matemática da professora Maria Nilza Cassemiro Mariano, elaborou um projeto para apresentação e utilização dos conhecimentos em sua escola.

Este projeto veio ao encontro das necessidades dos professores da escola que estavam interessados em ampliar atividades dos livros didáticos inovando as aulas de matemática.

Notou-se grande interesse e participação do aluno no decorrer da execução do projeto, favorecendo sua aprendizagem significativa.

Os materiais apresentados foram variados e utilizados de acordo com a necessidade de cada turma, sem interferir no planejamento do professor, apenas enriquecendo-o, sendo eles: Fracterial, Tábua de Pitágoras, Torre de Hanói, Ábaco, Sucata para Aritmética, Material Dourado, Jogos, Geometria, Dobradura, Etapas de Resolução de Problemas, Programa de Ensino de Minas Gerais, PCN.

Público-alvo – alunos do 3º ano do 1º ciclo e alunos do 1º aluno do ciclo intermediário.

O trabalho envolveu professores, pedagogo e diretor da escola. Foi sugerido pelos professores a criação de um espaço para interlocução entre os educadores para que se pudesse consolidar atividades de matemática com parceria do UNILESTE, com objetivo também de reorientar a disciplina.

¹ UNILESTE

COMUNICAÇÕES CIENTÍFICAS E RELATOS DE EXPERIÊNCIA

TEMA 12 HISTÓRIA DA MATEMÁTICA E EDUCAÇÃO

1201CC A HISTÓRIA DA MATEMÁTICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE MATEMÁTICA PARA AS QUATRO PRIMEIRAS SÉRIES DO ENSINO FUNDAMENTAL: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Gabriela Faria Barcerlos¹

Elenice de Souza Lodron Zuin²

RESUMO

O objetivo deste artigo é contribuir para a reflexão em torno da questão referente à participação da História da Matemática nos livros didáticos de 1ª a 4ª série do Ensino Fundamental. Apresentamos nesta comunicação científica os dados parciais de um projeto de pesquisa que tem como objetivo analisar as coleções de Matemática das séries iniciais do Ensino Fundamental sob o ponto de vista das abordagens históricas existentes nas mesmas.

Neste artigo, apresentaremos a análise de três coleções utilizadas, a partir de 1996, em escolas das redes pública e particular da cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais.

¹ Especialista em Educação Matemática pela PUC Minas – Licenciada em Matemática pela Uni-BH – Professora da rede estadual e particular de Belo Horizonte.

² Professora do Departamento de Matemática e Estatística e do curso de Especialização em Educação Matemática da PUC Minas – Chefe do Departamento de Ciências Exatas da FEAMIG – Mestre em Educação pela FAE/UFMG – Sócia fundadora da Sociedade Brasileira de História da Matemática.

Introdução

A partir da década de oitenta e principalmente nos últimos anos, tem havido um grande movimento no sentido de abandonar a Matemática Moderna implantada nos currículos praticamente em todo o mundo (Miguel & Brito, 1996). A participação da História da Matemática no ensino foi afetada com o Movimento da Matemática Moderna. Uma das tendências atuais se volta, portanto, para a contextualização histórica e para uma concepção da matemática como produto histórico-cultural falível e mutável. Conceber a matemática como uma construção social falível, como processo de indagação em busca do conhecimento, como uma contínua expansão da criação humana implica fortes conseqüências educacionais. Uma das importantes conseqüências educacionais provenientes dessas novas concepções acerca do conhecimento matemático manifesta-se, portando, na ênfase atribuída à utilidade pedagógica da História da Matemática.

No Brasil, as propostas de reformulação curricular têm aumentado nesta última década, provocando grandes reestruturações nos níveis iniciais de ensino. As maiores preocupações da Educação Matemática podem ser resumidas na busca pela melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem dessa disciplina. Tais preocupações se manifestam nas tendências atuais da Educação Matemática que tratam o ensino através de:

- Resolução de Problemas;
- Etnomatemática;
- Uso de computadores na escola;
- Relação entre História e Pedagogia da Matemática.

Neste movimento de mudanças tem tido um papel destacado o uso de tópicos da História da Matemática para fins didáticos.

Muito tem sido dito a respeito do valor didático da História (D'Ambrósio, 1996; Nobre, 1996; Miguel & Brito, 1996; Souto, 1997) em publicações em que são ressaltadas as suas potencialidades didáticas e são recorrentes as sugestões para vinculá-la ao ensino, mas poucas têm sido as contribuições que tratem da sua operacionalização.

Vários educadores que se preocupam com o ensino da matemática dão importância à utilidade de abordagens históricas. A valorização da História da Matemática está

expressa nos PCN de Matemática e na divulgação de discussões e pesquisas em eventos científicos como os Encontros Nacionais de Educação Matemática (EMEMs) e nos Seminários Nacionais da História da Matemática.

A História da Matemática desempenha um papel importante na discussão “do que fazer” para que o aluno possa ter acesso a uma educação com significado e compreensão. Ubiratan D’Ambrósio (1996) enuncia as finalidades do conhecimento sobre História da Matemática:

“situar a Matemática como uma manifestação cultural de todos os povos em todos os tempos, como a linguagem, os costumes, os valores, as crenças e os hábitos, e como tal diversificada nas suas origens e na sua evolução; (...) mostrar que a Matemática teve sua origem nas culturas da Antigüidade mediterrânea e se desenvolveu ao longo da Idade Média e somente a partir do século XVII se organizou como um corpo de conhecimentos, com um estilo próprio; e desde então foi incorporada aos sistemas escolares das nações colonizadas e se torna indispensável em todo o mundo em consequência do desenvolvimento científico, tecnológico e econômico” (D’Ambrósio, 1996, p.10).

Neste artigo, focalizamos a utilização didática da História da Matemática. Não se trata, porém, de dar respostas à pergunta: *tem sentido usar didaticamente a História da Matemática?* As prescrições a esse respeito são provenientes de fontes variadas quanto aos seus objetivos, os quais consideramos estabelecidos, de que a História da Matemática pode contribuir, de alguma maneira, para a aprendizagem da matemática.

Em relação às concepções sobre a aprendizagem matemática e a História, Mendes (2001) considera que:

“Concebemos atividades históricas como sendo as atividades de aprendizagem, na perspectiva construtivista, que quando integradas ao conhecimento histórico da matemática, trazem um significado mais amplo, completo e transdisciplinar ao conhecimento que se pretende

construir na sala de aula. Esse conhecimento histórico pode estar implícito nos textos históricos resgatados de fontes primárias ou secundárias (textos originais ou de livros de história da matemática.)”

Devido a esses fatores, podemos observar a preocupação de autores e editoras em incluir elementos de História nos livros didáticos, bem como o lançamento de livros especialmente destinados a esse fim. Observamos que em nossos livros didáticos de Matemática, a História tem se apresentado desde “*o quase nada*” (como dados biográficos e pequenas curiosidades) até a inclusão de páginas inteiras com informações históricas sobre a matemática e alguns matemáticos. Mesmo assim, não podemos afirmar que, justamente com esse crescente interesse pela História da Matemática, tenha havido uma melhora na forma de apresentação do conteúdo matemático nos livros didáticos, em função de abordagens históricas.

É nosso propósito apresentar como a História da Matemática é empregada nos livros didáticos do Ensino Fundamental de 1ª a 4ª série do Ensino Fundamental, a partir de 1996. Para isso, analisamos algumas coleções de livros didáticos que foram lançadas nos últimos anos e que têm merecido, por parte dos professores, uma acolhida satisfatória. Além disso, são livros de autores que entraram na categoria recomendada com distinção (RD) pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para 2004. Embora não tenhamos dados sobre a análise das coleções por nós analisadas nos anos de suas publicações, selecionamos as mesmas, pelo fato de estarem entre as mais utilizadas na rede pública e particular de ensino em Belo Horizonte.

PNLD e os Livros Didáticos

O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) é um guia criado pelo Ministério da Educação que consiste em uma síntese de um processo de avaliação de livros. O guia é, na realidade, instrumento de participação de milhares de professores na definição do material a ser adquirido pelo MEC e utilizado por alunos e educadores nas escolas públicas brasileiras. Cada volume deste guia é composto de duas partes: a primeira, fornece os princípios, os critérios gerais e específicos das áreas e as fichas detalhadas que orientaram o trabalho dos especialistas na avaliação dos livros. A segunda, oferece as resenhas das obras aprovadas pelo Programa

Nacional do Livro Didático para o ano de 2004 (Guia de Livros Didáticos – PNLD 2004, 2003)

Segundo o PNLD, para a classificação das obras recomendadas, são estabelecidas as seguintes categorias:

- RD – Recomendadas com distinção: São obras com qualidades inequívocas e bastante próximas do ideal representado pelos princípios e critérios definidos no final desta Introdução Geral. Constituem propostas pedagógicas elogiáveis, criativas e instigantes.
- REC- Recomendadas: São aquelas que cumprem plenamente todos os requisitos de qualidade exigidos neste processo de avaliação. Por isso mesmo, asseguraram a possibilidade de um trabalho didático correto e eficaz pelo professor.
- RR- Recomendadas com Ressalvas: Nesta categoria estão reunidas as obras isentas de erros conceituais ou preconceitos, que obedecem aos critérios mínimos de qualidade, mas que contêm algumas limitações. Desse modo, são obras que podem subsidiar um trabalho adequado, desde que o professor esteja atento às observações, consulte bibliografias para revisão e complemente a proposta. (Guia de Livros Didáticos – PNLD 2004, 2003)

Para atingir seus objetivos, o livro didático precisa atender a uma dupla exigência. De um lado, os procedimentos, informações e conceitos nele propostos devem ser corretos do ponto de vista das áreas do conhecimento a que se vinculam. De outro, além de corretos, tais procedimentos, informações e conceitos devem ser apropriados à situação didático-pedagógica a que servem.

Por fim, como objetivo último da educação escolar é “preparar o educando para o exercício da cidadania” e “qualificá-lo para o trabalho” (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB 9394/96, Título II, art.3º), o processo formativo precisa realizar uma nova

mediação, agora entre a esfera privada das experiências familiares ou pessoais e a vida pública. Portanto, seja qual for a disciplina a que sirva, o livro didático deve contribuir para a construção da ética necessária ao convívio democrático, o que obriga ao “respeito à liberdade” e ao “apego a tolerância” (LDB 9394/96, Título II, art.3º, IV) (Guia de Livros Didáticos – PNLD 2004, 2003)

O livro didático brasileiro, ainda hoje, é uma das principais formas de documentação e consulta empregadas por professores e alunos (Pereira, 1995). Nessa condição, o texto didático, às vezes, termina por influenciar o trabalho pedagógico e o cotidiano da sala de aula, em outras palavras, o autor acaba por determinar e/ou influenciar as práticas e metodologias em sala de aula. Por isso, a importância de se avaliar os livros didáticos.

Entendemos que as concepções sobre ensino de Matemática têm mudado muito nas últimas décadas. Até pouco tempo, prevaleciam propostas pedagógicas baseadas apenas (ou principalmente) na memorização de conteúdos, na manipulação mecânica de algoritmos e procedimentos. Essas não propiciaram aos alunos a aquisição de um conhecimento matemático autônomo e crítico, que lhe permitisse resolver problemas encontrados em vários contextos. Ao contrário, eram levados a memorizar nomes, a resolver exercícios próximos de modelos apresentados anteriormente e a identificar as operações que deveriam ser utilizadas em cada problema, apoiados em palavras-chave cuidadosamente explicitadas no livro didático ou pelo professor.

É importante ressaltar que a ação ministerial dos livros didáticos não é isolada. O MEC atua estabelecendo parâmetros curriculares básicos em nível nacional e incentiva a melhoria da qualificação docente, tendo em vista a elevação da qualidade de educação.

A História da Matemática nos PCN

Os PCN de Matemática para o 1º e 2º ciclos do Ensino Fundamental abordam a História da Matemática como um recurso para aprendizagem da matemática, como transcrevemos a seguir:

"O RECURSO À HISTÓRIA DA MATEMÁTICA

A História da Matemática, mediante um processo de transposição didática e juntamente com outros recursos didáticos e metodológicos, pode oferecer uma importante contribuição ao processo de ensino e aprendizagem em Matemática.

Ao revelar a Matemática como uma criação humana, ao mostrar necessidades e preocupações de diferentes momentos históricos, ao estabelecer comparações entre os conceitos e processos matemáticos do passado e do presente, o professor cria condições para que o aluno desenvolva atitudes e valores mais favoráveis frente ao conhecimento matemático.

Além disso, conceitos abordados em conexão com sua história constituem veículos de informação cultural, sociológica e antropológica de grande valor formativo. A História da Matemática é, nesse sentido, um instrumento de resgate da própria identidade cultural.

Em muitas situações, o recurso à História da Matemática pode esclarecer idéias matemáticas que estão sendo construídas pelo aluno, especialmente para dar respostas a alguns 'porquês' e, desse modo, contribuir para a constituição de um olhar mais crítico sobre os objetos de conhecimento."³

A relação entre a matemática e a sociedade, bem como a influência dos fatores socioculturais sobre o desenvolvimento desta ciência, seu ensino e aprendizagem têm sido acentuadas pelos educadores matemáticos. Nesse enfoque, a análise dos processos de construção dos conhecimentos específicos assume grande importância. Simultaneamente aos fatores externos que impulsionaram o desenvolvimento da Matemática, esta ciência se organiza mediante movimentos de

³ BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática (1ª a 4ª série), V. 3. Brasília: MEC/SEF, 1997. p. 45-46.

pensamento próprio, que garantem sua coerência interna. Nesse contexto um dos objetivos da matemática é usar independentemente o raciocínio matemático, para compreensão do mundo que nos cerca; interpretar matematicamente situações do dia-a-dia ou relacionamento com outras ciências.

Através da educação, devemos formar cidadãos cientes de seus deveres e conscientes de seus direitos, para isso é preciso que o aluno tenha consciência da realidade vivida no presente. Mas, para que ele tenha consciência do presente e a percepção do futuro, é preciso conhecer o passado, dado o conhecimento do mesmo e mais da consciência histórica. Deste modo, percebe-se a necessidade de se conhecer a História da Matemática. Acreditamos que

“...ela (a História das Sociedades) reúne as três dimensões básicas do tempo passado, presente e futuro.(...) Profeta é aquele que fala sobre o futuro: mostra, às vezes através de uma linguagem metafórica, e geralmente apocalíptica, o que ainda está por acontecer. Ora, por que o profeta é capaz de fazer isso? Seria ele um privilegiado, um gênio? Não, ele é apenas um homem que, conhecendo o passado e, portanto, tendo consciência clara da realidade vivida no presente, pode perceber as tendências das transformações sofridas pela sociedade em que vive pode, enfim, prever o futuro”.(Aquino et. al. apud Souto, 1997, p.38)

O objetivo deste artigo é mostrar como e se tem sido utilizada a História da Matemática nos livros didáticos, e como ela é apresentada. Realizamos uma análise de conteúdo, em relação à abordagem histórica realizada pelos autores de três coleções de livros didáticos de Matemática de 1º a 4º série das quatro primeiras séries do Ensino Fundamental.

Das coleções e análises

Como os PCN de Matemática para discussão nacional já circulavam antes da sua publicação oficial, em 1997, optamos por fazer um levantamento das coleções utilizadas em escolas de 1ª a 4ª série do Ensino Fundamental de Belo Horizonte, a partir de 1997. Dentre as coleções adotadas, selecionamos três delas, a primeira,

com edição antes da publicação oficial dos PCN de Matemática, e a segunda e a terceira, editadas dois e quatro anos, respectivamente, após a publicação dos PCN:

- Coleção Matemática com Sarquis, de Eduardo Sarquis, publicada pela Formato Editorial (utilizamos a publicação de 1997), com sede em Belo Horizonte;
- Coleção Novo Tempo-Matemática, de Imenes, Lellis e Jakubovic, publicada pela editora Scipione, sediada em São Paulo (utilizamos a publicação de 1999);
- Coleção Vivência e Construção – Matemática, de Luiz Roberto Dante, publicada pela editora Ática, com sede em São Paulo (utilizamos a publicação de 2001)

Ao analisar estas coleções de livros didáticos, primeiramente fizemos um levantamento de todas as referências históricas contidas nos livros, seja ao longo do conteúdo apresentado, em textos complementares, ou como exercícios, ou proposta de atividades, nos quatro volumes destinados às quatro séries iniciais do Ensino Fundamental.

Para cada coleção, apresentaremos, a formação acadêmica do(s) autor(es), suas atividades atuais e anteriores, as quais constam nos livros analisados, na época de suas publicações. Posteriormente, indicaremos se existem e quais são os tópicos que trazem uma abordagem histórica, para cada série da coleção.

Começaremos da coleção analisada, que foi publicada mais recentemente, em 2001, a de Luiz Roberto Dante, seguida da coleção de Imenes, Lellis e Jakubovic, publicada em 1999 e, finalmente, da Coleção do Sarquis, de 1997.

Análise da Coleção “Vivência e Construção”

Editora Ática – ano de publicação: 2001

Autor: Luiz Roberto Dante

Doutor em Psicologia da Educação: Ensino da Matemática, pela PUC, São Paulo; Mestre em Matemática pela USP; pesquisador em ensino e aprendizagem da Matemática(Unesp-Rio Claro, SP); Ex-professor da rede Estadual de Ensino Médio;

autor de vários livros, entre os quais *Didática da resolução de problemas de Matemática*, publicada pela editora Ática

➤ 1ª série:

Apenas no capítulo 1, sobre *Números* é que o autor faz uma pequena abordagem histórica citando três exemplos de como o homem da Pré-História contava.

Nos demais capítulos não há nenhuma referência histórica .

➤ 2ª série:

Apenas em três capítulos há alguma referência histórica, como se segue:

No capítulo 1, que trata dos *Números*, o autor cita alguns exemplos de como os números eram representados. Apresenta de forma concisa sobre como foi criado o sistema de numeração decimal.

Em *Tempo e Dinheiro*, no capítulo 3, o autor mostra como o tempo era medido no passado e como eram realizadas as compras, uma vez que não havia dinheiro. Posteriormente, apenas no capítulo 14, *Comprimento, massa e capacidade*, é feita uma pequena síntese sobre que maneiras o homem utilizava para medir o comprimento e a massa.

➤ 3ª série

Neste livro da coleção, apenas nos dois primeiros capítulos existem referências históricas.

No capítulo 1, sobre *Sistema de numeração*, o autor aborda como os povos egípcios, maias e romanos representavam os algarismos.

No capítulo 2, *Sistema de numeração decimal*, Dante destina um único parágrafo à história, no qual explica o porquê da terminologia que se utiliza para *sistema indo-arábico* de numeração decimal.

➤ 4ª série

Dentre os quinze capítulos que constituem este último livro da coleção, não encontramos nenhuma abordagem histórica.

Análise da Coleção Novo Tempo

Editora Scipione – ano de publicação: 1999

Autores:

Luís Márcio Imenes

Engenheiro Civil (EP- USP); licenciado em Matemática (FFCLM) e Mestre em Educação Matemática (UNESP).

José Jakubovic

Licenciado em Matemática (FFCLM)

Marcelo Lellis

Bacharel em Matemática (IME-USP)

➤ 1ª série

Não traz nenhuma referência histórica

➤ 2ª série

O livro aborda a história do sistema egípcio de numeração, e o utiliza como recurso para abordar o tema subtração com reagrupamento.

➤ 3ª série

No livro destinado a esta série, os autores apresentam um pequeno texto com uma atividade para que o aluno tenha conhecimento de como eram feitas as compras antes de ter sido criada uma forma de pagamento como o dinheiro.

➤ 4ª série

Neste livro, há apenas uma menção ao Tangram. Os autores contam, em um pequeno texto, a história do Tangram, antes de introduzi-lo como conteúdo.

Análise da Coleção “Matemática com Sarquis”

Editora Formato – ano de publicação: 1997

Autor: Eduardo Sarquis Soares

Licenciado em Física e Mestre em Educação pela UFMG

➤ 1ª série

O autor começa fazendo uma menção sobre os números; como eles eram representados na Pré-História, o que os homens contavam e como eles faziam as representações. Também existe uma abordagem de como eram feitas as medidas antes do surgimento do sistema métrico decimal. Há um outro texto onde é abordado novamente o sistema de medidas mostrando os problemas que surgiam quando cada povo tinha um sistema diferente, de acordo com os seus costumes.

➤ 2ª série

No livro dedicado a esta série, é abordado como os homens da antigüidade contavam, o que contavam, onde representavam essa contagem, trazendo também a história dos povos egípcios e romanos, em geral, assim como os seus sistemas de numeração.

➤ 3ª série

Neste tomo, o autor faz uma abordagem histórica do sistema de numeração egípcio, romano, apresentando também o sistema de numeração chinês. Para esta série, Sarquis faz uma pequena menção de como os povos faziam para produzir suas escritas e construir moradias, antes de introduzir o tópico sobre geometria, figuras e construções. Há também duas referências históricas sobre o tempo, que são apresentadas através de dois textos. O primeiro traz informações sobre a sincronização dos relógios e, o segundo, explica porque o dia tem vinte quatro horas...uma hora tem 60 minutos... um minuto tem 60 segundos...

Outra referência histórica, abordada no livro desta série, é o sistema de numeração dos Sumérios. O autor também se utiliza de um texto para abordar a história dos números decimais e frações.

➤ 4ª série

No livro destinado a esta série, a abordagem começa através da história dos maias e seu sistema de numeração. Há um texto que trata da história da padronização das unidades de medidas. É feita uma pequena menção sobre a história da invenção dos móveis.

Apresentaremos, a seguir, uma tabela em que destacamos os assuntos que trazem os conteúdos em que há abordagem histórica referentes a cada série e coleção:

Séries	Livros analisados/ conteúdos com abordagem histórica		
	Sarquis (1997)	Imenes Jakubovic, Lellis (1999)	Dante (2001)
1 ^a	Números, Unidade de medida		Números
2 ^a	Números, Sistema de numeração Egípcio	Sistema de numeração egípcio	Números, Sistema de numeração decimal, Tempo e dinheiro, Comprimento, massa e capacidade.
3 ^a	Números, Sistema de numeração Egípcio, romano e chinês. Geometria–figuras e construções, Tempo e Frações, números decimais e sistema de numeração dos Sumérios	Dinheiro	Números (Egípcios e Maias), Sistema de numeração decimal
4 ^a	Sistema de numeração dos maias, medida, móviles.	Tangram	

Quadro comparativo entre as coleções analisadas

Um ponto positivo, constatado em todas as coleções analisadas, foi que as mesmas são constituídas de livros em que as atividades principais, nas aulas de matemática, não são as de memorização ou de aplicação mecânica de fórmulas, algoritmos e procedimentos. Alguns assuntos ganham novas abordagens, exemplos, motivação e

aplicações. Novos conteúdos e atividades foram incorporados a esses livros como leitura, a interpretação e a elaboração de gráficos e tabelas.

Mas, ao observar esses livros didáticos verificamos que atualmente há uma forte tendência em incluir páginas inteiras ou pequenos trechos com elementos de História da Matemática. Sabemos que a maioria dos cursos licenciatura em Matemática no Brasil não incluíam, até 1998, a disciplina História da Matemática como obrigatória nos currículos (Dyannikov, 1998).⁴ Por isso, grande parte dos professores em serviço não tiveram uma formação inicial que lhes propiciasse um trabalho significativo utilizando abordagens históricas na sua disciplina. Com base nestes dados, inferimos que a inclusão da história, pouco ou nada tem contribuído para a aprendizagem da matemática, devido ao modo como vem se apresentando nos livros didáticos. Assim, poderá conduzir ao abandono, em pouco tempo, do uso da História como mais uma tentativa fracassada de dar significado ao ensino da matemática.

A utilização da História da Matemática na coleções analisadas foi realizada como forma de motivação, informação, estratégia didática e como parte integrante do desenvolvimento do conteúdo. O que caracteriza o uso de motivação é a forma como aparece a História da Matemática, como anedota, uma lenda ou um breve texto introdutório a alguns capítulos do livro. A diferença entre o texto de motivação e o informativo, é que o primeiro vem no início das unidades e não pode usar como referência conhecimentos que ainda não foram abordados com os alunos, o segundo, pode vir depois de concluído o capítulo ou no meio do texto; essas informações são usadas como dados adicionais ao que foi tratado no texto, em outras palavras, se constituem em informações extras.

Considerações finais

Concluimos que a coleção que melhor contextualiza a História da Matemática, para as quatro primeiras séries do Ensino Fundamental, é a de Eduardo Sarquis. Em sua coleção, verificamos que, o autor, na maioria das vezes, apresenta a história em forma de textos que trazem informações de uma forma mais detalhada e completa,

⁴ Baseamo-nos em uma pesquisa realizada por Dyannikov, que apresentou os dados parciais de seus estudos, com mais de 130 cursos de graduação de Matemática no Brasil, em uma Mesa Redonda no VI ENEM, em 1998.

propiciando, assim, uma melhor compreensão por parte do aluno; e não simplesmente como anedotas e pequenos informativos.

É interessante notar que a coleção do Sarquis, apesar de ser a mais antiga, é a que melhor contextualiza a história. Inicialmente, tínhamos como hipótese que os livros lançados após a publicação oficial dos PCN de Matemática, teriam mais abordagens históricas, além da utilização da história auxiliando na construção do conhecimento do aluno. Mas não foi isso que observamos nas coleções de Imenes, Lellis e Jakubovic, publicada em 1999, e nem na de Dante, publicada em 2001. Avaliamos que esse é um ponto negativo, pois os editores, segundo nosso ponto de vista, deveriam ter uma maior exigência em relação às publicações de livros didáticos de Matemática, no que tange à História da Matemática.

Nos eventos científicos relacionados à Educação Matemática (ENEMs, SIPEMs) existem comunicações científicas, palestras, mesas redondas, sobre História, além de espaços específicos, em grupos de trabalho temático para a discussão da História da Matemática e do seu uso didático. Existem também eventos internacionais, nos quais a História da Matemática vem sendo discutida (CIAEMs, REUNIÓN DE DIDÁCTICA DE LA MATEMÁTICA DEL CONO SUR). A Sociedade Brasileira de História da Matemática foi fundada em 1999 e, neste ano, já se realizou o quinto Seminário Nacional de História da Matemática. Os PCN de Matemática destacam a importância da História da Matemática. Apesar de todas essas evidências, podemos observar através do quadro comparativo entre as coleções, o qual apresentamos anteriormente, que as abordagens históricas ainda são muito restritas. Além disso, entendemos que, em alguns casos, as referências históricas apresentadas pouco ou nada contribuem para a aprendizagem da matemática, pois comparecem como pequenos trechos de História, limitados às questões de motivação ou simples informações adicionais, raramente incorporando o conhecimento histórico na elaboração de novas sequências ou estratégias didáticas. Esta forma de se apresentar a história nos livros didáticos de Matemática, pode conduzir ao seu abandono, em pouco tempo, como já dissemos anteriormente.

Como já enfocamos, muitos professores em serviço não cursaram a disciplina História da Matemática na Licenciatura; além disso, poucos cursos de Matemática no país, atualmente, oferecem essa disciplina. Não existe, assim, um grande número de docentes que estejam preparados para trabalhar com a história nas aulas de Matemática. Acreditamos que se os autores de livros didáticos não inserirem

abordagens históricas e as utilizarem de uma forma significativa, teremos o uso da História como mais uma tentativa fracassada de dar significado ao ensino da matemática, como já explicitamos anteriormente.

Os livros que o MEC considera os melhores, os que são recomendados, não tratam a História da Matemática como é prescrito nos PCN de Matemática.

Existem muitas teorias, existem propostas de se trabalhar a matemática utilizando jogos, calculadoras, informática, etnomatemática, as discussões e publicações na área da Educação Matemática têm tido um aumento no Brasil e, por isso mesmo, sentimos que estamos passando por um momento de muitas mudanças importantes para o ensino/aprendizagem mas, entre ter a consciência da mudança e mudar, há uma distância muito grande, devido a vários fatores que não nos cabe citar agora.

Constatamos, entre as coleções analisadas, que ainda há uma defasagem muito grande nos livros de Matemática de 1ª a 4ª série do Ensino Fundamental, em relação às abordagens históricas. Se desejamos que a História da Matemática esteja incorporada de forma significativa nas séries iniciais, é necessário que os autores reformulem as suas coleções, já que, de acordo com Pereira (1995), os professores têm no livro o principal, e muitas vezes, o único condutor na sua prática pedagógica.

Bibliografia e Referências Bibliográficas

BRASIL. Guia de Livros Didáticos – 1ª a 4ª séries. PNLD 2004. MEC, Brasília, 2003.

BRASIL. CONGRESSO NACIONAL. Lei n. 9.394 - 20 dez. 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília: 1996.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática – 1º e 2º ciclos. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <http://www.sinepe-sc.org.br>>. Acesso em: 24 mar. 2001.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC/SEF, 1997. v.1

BOYER, Carl. História da Matemática. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

D'AMBROSIO, Ubiratan. História da Matemática e Educação. Cadernos CEDES – História e Educação Matemática, São Paulo: Papirus, 1996. v.40. p. 7-17.

DANTE, Luís Roberto. Vivência e Construção – Matemática. São Paulo: Ática, 2001. 4v.

DINNIKOV, Circe Mary S. S.A disciplina história da matemática cursos de formação de professores de Matemática no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6, 1998, São Leopoldo, RS. Anais... São Leopoldo, UNISINOS/SBEM, 1998. p.120-121.

EVES, H. W. Introdução à história da matemática. Trad. Hygino H. Domingues. Campinas: UNICAMP, 1997.

GUTIERREZ, Liliane dos Santos. Potencialidades Pedagógicas da história da matemática. ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA (EBRAPEM), 5, 2001, São Paulo. Anais... São Paulo: Programas de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática/PUC SP, 2001. p. 273-278

IMENES; LELLIS; JAKUBOVIC. Novo Tempo. São Paulo: Scipione, 1999. 4v.

MENDES, Iran Abreu. O uso da História no ensino matemática. Belém, PR: EDUEPA, 2001.

MIGUEL, Antonio. BRITO, Arlete J. A história da matemática na formação do professor de matemática. Cadernos CEDES – História e Educação Matemática, São Paulo: Papirus, 1996. v.40. p.47 - 61.

NOBRE, Sérgio. Alguns “porquês” na história da matemática e suas contribuições para a educação matemática. Cadernos CEDES – História e Educação Matemática, São Paulo: Papirus, 1996. v.40. p. 29 - 35.

OTTE, Michael. Concepções de história da matemática. Bolema. Especial, n.2, p.104-109, 1992 .

PEREIRA, Amarildo Gomes. O livro didático na educação brasileira: um estudo exploratório do processo de elaboração e implementação de uma política para o livro didático no Brasil. 1995. 199f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SARQUIS, Eduardo. Matemática com Sarquis. Belo Horizonte: Formato Editorial, 1997. 4v.

SOUTO, Romélia Mara Alves. O valor didático da História da Matemática: um estudo sobre o seu significado entre professores do Ensino Fundamental. In: ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 2; SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 2, Águas de São Pedro, 1997. Anais... (Editor: Sérgio Nobre). Rio Claro: Cruzeiro, 1997. p.355-360.

_____. Considerações sobre o papel da História na formação do professor de Matemática. MatNews, 1, ano 1, p. 37-39. dez./1997.

STRUIK, Dirk J. História concisa das Matemáticas. Lisboa: Gradiva, 1997.

VIANNA, C.R.. Matemática e História: Algumas relações e implicações pedagógicas. 1995. 228f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, USP.

ZUIN, Elenice de Souza Lodron. A História da Matemática na concepção de alunos-professores considerações sobre um estudo inicial. 2003. (mimeo) 10p.

_____. A História da Matemática na concepção de alunos-professores: considerações sobre um estudo inicial. SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 5, 2003, Rio Claro, SP. Caderno de Resumos... Rio Claro: UNESP/SBHMAT, 2003. p.18-19.

1202CC A CONCRETIZAÇÃO DO ABSTRATO: HISTÓRIA DA INSTITUCIONALIZAÇÃO DA CIÊNCIA MATEMÁTICA NO BRASIL

Tatiana Reis Bastos¹

RESUMO

Os principais objetivos dessa pesquisa são: compreender como a matemática se desenvolve no Brasil, analisando-a sob uma perspectiva cultural vinculada aos contextos sociais, políticos e econômicos. Procuro compreender a História da Matemática de uma maneira mais ampla, analisando qual o modelo matemático que influenciava os pensadores de uma determinada época, qual a relação dessas idéias matemáticas existentes com o contexto cultural e político apresentado e como a sociedade se apropria de tais conhecimentos que são, assim, transmitidos.

Acredito que o grande objetivo da minha comunicação é mostrar como uma pesquisa histórica desenvolve o lado pesquisador do professor de matemática. O estudo da história da matemática possibilita ao pesquisador ampliar seus conhecimentos compreendendo a relação entre as inovações matemáticas e o contexto social, político e cultural que as influenciou. Na verdade, o embasamento histórico pode propiciar ao professor-pesquisador a possibilidade de ensinar matemática preocupando-se em situá-la nos diversos acontecimentos ao longo de nossa trajetória, de relacioná-la com outras ciências e, sobretudo, de torná-la mais concreta e interessante.

É fato que uma das grandes preocupações da Educação Matemática é a busca por uma aprendizagem mais clara e efetiva; sendo assim, percebo que uma educação baseada na perspectiva da história da matemática é uma das possibilidades para alcançarmos esse objetivo.

¹ Mestranda em História da Ciência -Universidade Federal de Minas Gerais
Email: tatianarbastos@terra.com.br

1. Introdução:

Neste texto abordo alguns aspectos do meu projeto de pesquisa intitulado *A concretização do Abstrato: história da institucionalização da ciência matemática no Brasil*, que está sendo desenvolvido no Mestrado em História, na linha de pesquisa Ciência e Cultura na História, sob orientação do professor Dr. Mauro Lúcio Leitão Condé.

Os objetivos gerais desse projeto são: compreender como a matemática se desenvolve no Brasil analisando-a sob uma perspectiva cultural vinculada aos contextos sociais, políticos e econômicos, diferentemente da historiografia da matemática “descritiva” (positivista) que tem, na maioria das vezes, sido feita até agora. Identificar quando, por que e como ocorre a autonomia da produção do conhecimento matemático brasileiro, em especial, através da análise das instituições científicas. Em outras palavras, historiar a formação das instituições científicas responsáveis pelo desenvolvimento da matemática no Brasil especialmente a partir dos anos cinquenta.

Como a pesquisa se encontra no início, o que apresento aqui são uma síntese de meus estudos preliminares para a realização da mesma, estando dividida em algumas seções, uma relação das fontes primárias que pretendo usar para subsidiá-la e uma bibliografia de potencial interesse para o projeto.

2. A Historiografia da Matemática

A Matemática é uma ciência existente desde os tempos mais remotos. Civilizações antigas muito estudaram a geometria (palavra derivada de vocábulos gregos que significa medir a terra). A álgebra (palavra de origem árabe) aparece muitos séculos mais tarde, com a invenção dos algarismos árabes, criados pelos hindus, mas foram os árabes que lhes atribuíram utilidade ao acrescentar o símbolo 0 (zero). Uma grande parte das ciências baseava-se no cálculo, destacando-se o comércio, e sem a criação dos algarismos arábicos e da álgebra, boa parte delas não teriam se desenvolvido.

No decorrer dos séculos muitas outras descobertas matemáticas ocorreram em diversas regiões: na China e Índia, na Arábia, na Europa na Idade Média, e sobretudo a partir do Renascimento, destacando assim vários nomes importantes: Fermat, Descartes, Newton, Leibniz, a família Bernoulli, Euler, Lacroix, Gauss, Cauchy, Poincaré, Hilbert, dentre outros.

É inegável a importância e utilidade da Matemática para o homem, seja para explicar teoricamente os feitos científicos, seja pela sua praticidade ao resolver situações problemáticas em nosso dia-a-dia. É certo então, que a história da matemática com o seu desenrolar encontra-se descrita em vários livros, por diversos autores diferentes e ao alcance de qualquer um de nós. Alguns são clássicos como *História da Matemática*, de Carl B. Boyer e *Introdução à História da Matemática*, de Howard Eves. Ambos têm um papel específico a cumprir: descrever a história da matemática narrando fatos e datas (a cronologia das idéias matemáticas). Em suas páginas é possível conhecer matemáticos importantes com suas respectivas contribuições, e seus trabalhos são descritos com grande preocupação e minúcia, sendo os autores fiéis a cada detalhe e proporcionando ao leitor o reconhecimento da grandeza de tais feitos.

É possível lê-los sob dois pontos de vista diferentes: 1. localizando um determinado matemático desejado e atendo-se às suas obras ou; 2. priorizando um específico momento histórico de forma isolada e conhecendo quais os detalhes da ciência matemática, também isolada das outras ciências, foram desenvolvidos.

O grande mérito dessas obras consiste em elas terem sido as primeiras a tentar descrever o caminho percorrido pela matemática unindo diferentes nomes e fatos em um mesmo momento histórico ou mesmo trabalho matemático. Entretanto, na maioria das vezes, aspectos extremamente importantes são deixados de lado, a saber: cabe ao leitor organizar as informações contidas no livro relacionando-as entre si, ou seja, compreendendo o que um matemático produziu para outro se apropriar e estender tal trabalho; não se aborda como a produção foi influenciada ou estimulada por um acontecimento histórico ou necessidade de um povo em determinada região ou país, e como as diferentes áreas da matemática englobando a geometria, álgebra e aritmética se unem. Enfim, a matemática não é mostrada como um *produto cultural*.

Dessa forma, o livro *História concisa das matemáticas*, de Dirk Struik, representou um tratamento mais adequado. Além de narrar datas e fatos, Struik preocupa-se, com sucesso, em relacionar as obras umas com as outras, no seu específico momento histórico, citando descobertas que aconteciam concomitantemente em diversos países diferentes. Pode-se ler também sobre a vida dos matemáticos além de suas produções, compreendendo como suas experiências pessoais podem ter contribuído em seus trabalhos. Lamentavelmente, o livro de

Struik, como o nome mesmo diz, do ponto de vista das contribuições matemáticas é muito sucinto.

Reconhecer o papel que cumpriu uma tal historiografia é imprescindível, valorizando seu pioneirismo em uma área tão escassa de estudos e interesse. Esses livros sobre a História da Matemática são as primeiras obras que reúnem com tanta precisão as descobertas e invenções matemáticas desde os tempos mais remotos até o início do século XX, tendo sido assim traduzidas em diversas línguas, utilizadas em diversos países e as únicas existentes, em português, no Brasil. No que diz respeito à *História da Matemática no Brasil* propriamente o quadro é ainda mais grave. São extremamente escassas as tentativas de se escrever a História da matemática entre nós. Essas obras estrangeiras, com todos os seus acertos e erros, então, são as poucas fontes de estudo da maioria dos estudantes de nível superior e de nível médio que são largamente utilizadas em nosso país.

Para escrever a “História da Matemática no Brasil” não basta nos inspirarmos nessa historiografia estrangeira difundida entre nós. Pois essa me parece ainda uma abordagem muito incipiente do ponto de vista da ciência da história. Sob esse aspecto, devemos reescrever (ou quem sabe escrever!) a história da matemática. Ao analisarmos as narrativas de tais obras podemos perceber como a tentação, ao narrar a história da matemática, de supor que a finalidade principal da mesma é ensinar Matemática, não foi evitada. Podemos caracterizá-las de “história das idéias matemáticas”, desprovidas de qualquer outra preocupação à parte das problemáticas que levaram ao surgimento dessas idéias, fora de um contexto social que também abrange outras ciências que se desenvolviam na época além de um contexto político que muito pode tê-las influenciado.

A história da Matemática é escrita de forma inadequada, valoriza-se a escrita linear, temporal e extremamente descritiva. Os fatos e idéias são absorvidos sem espírito crítico, são simples registros biográficos e cronológicos. Os acontecimentos matemáticos são tomados isoladamente, desvinculados das outras ciências e sobretudo sem a preocupação de registrar o impacto que os mesmos causam na sociedade. Segundo José Reis, “*Não basta estudar a história de uma ou muitas ciências em particular, mas cumpre estudar a de todas as ciências tomadas conjuntamente*”²

² REIS, José. “História da Ciência: de onde vem, para onde vai.” p. 213. In: MOTOYAMA, Shozo. *História da Ciência: perspectiva científica*. São Paulo, Coleção da Revista de História, 1974.

Essa historiografia da matemática, então, pode ser chamada de “positivista”, em sua maioria estão preocupadas em ater-se ao “dado”, a uma mera citação de datas e fatos específicos, são desprovidas de críticas e análise, e desligadas do contexto cultural que as gerou.

A ciência não se basta pelos fatos, ela deve ser compreendida de uma maneira bem extensa, abrangendo não só a experiência matemática como também todo o ambiente político, social, enfim, cultural que a propiciou. Embora tenham todo o crédito atribuído aos pioneiros, esses historiadores da matemática até então, em sua maioria, não foram capazes de ampliar a visão para além das abstratas e descontextualizadas demonstrações matemáticas buscando compreendê-las em toda a sua complexidade cultural.

Nesse sentido, nos cabe hoje, compreender a História da Matemática de uma maneira mais ampla, analisando qual o modelo matemático que influenciava os pensadores de uma determinada época, qual a relação dessas idéias matemáticas existentes com o contexto cultural e político apresentado e como a sociedade se apropria de tais conhecimentos que, são assim, transmitidos.

Embora, nesse momento, não vá entrar na exaustiva discussão entre a abordagem *externalista* e *internalista*³ para a história da ciência, ressalto que a abordagem *externalista*, por se ligar à investigação de uma mudança científica como fenômeno social, fixando-se no amplo contexto político e cultural, adapta-se melhor à perspectiva cultural que desejo utilizar para analisar a história da matemática no Brasil.

Para abordar a história da matemática no Brasil pretendo ter como principal referência a obra de Thomas Kuhn, em especial, *A Estrutura das Revoluções Científicas* e *A Tensão Essencial*, a partir de onde ele nos mostra que a ciência é o produto de uma época, de seus valores e de suas capacidades interpretativas, sendo o valor cultural um dos fatores que condiciona a produção do conhecimento científico. A partir desse marco teórico o objetivo principal desse projeto é compreender a história institucional da matemática no Brasil. Em outras palavras,

³ Segundo Thomas Kuhn, “(...) existem duas espécies diferentes de história da ciência, ocasionalmente aparecendo debaixo das mesmas capas, mas raramente estabelecendo um contato firme e útil. A forma ainda dominante, muitas vezes chamada a ‘abordagem interna’, está interessada na substância da ciência como conhecimento. A sua nova rival, muitas vezes chamada ‘abordagem externa’, está interessada nas atividades dos cientistas como grupo social dentro de uma cultura mais larga (...). Cf. KUHN, Thomas, *A Tensão Essencial*. Lisboa, 1998, p. 148.

não se trata de abordar as idéias matemáticas isoladamente, mas no seu contexto cultural. Uma forma privilegiada para isso é compreender a ciência em sua institucionalização.

Compreender como a concepção de matemática se constitui historicamente no Brasil passa necessariamente pelo entendimento do que é o conhecimento matemático para a sociedade, como nos relacionamos com ele e até que ponto julgamos a sua importância.

2.1. A História da Matemática no Brasil

Em linhas gerais, para abordar a história da matemática brasileira podemos dizer que, o Brasil vivia sob as influências do que se produzia nos países europeus, sobretudo a nossa metrópole Portugal, e esses conhecimentos começaram, timidamente, a se desenvolver por volta de 1650, com a criação das primeiras aulas de artilharia e fortificações em nosso país. À Matemática, desde a época medieval atribuíam-se uma utilidade prática, sendo vista predominantemente como um conhecimento para as chamadas “artes mecânicas”.

Durante muitos anos foi o ensino militar o responsável pela disseminação do conhecimento matemático no Brasil. Somente no século XIX, com a implantação das escolas primárias em 1827, e do Colégio Imperial de Pedro II em 1837 no Rio de Janeiro, é que se pode afirmar que o conhecimento matemático foi introduzido de maneira significativa em nosso país, estendendo-se até o século XX.

Nesta época é que os matemáticos brasileiros, em sua maioria com a formação na França ou Portugal, começam a se destacar e a escrever livros de Geometria, Álgebra e Aritmética, baseados em obras de estrangeiros publicadas e largamente utilizadas na Europa e nos Estados Unidos. José Fernandes Pinto Alpoim foi o responsável pelos dois primeiros livros didáticos escritos no Brasil, em que a matemática tem um destaque, o *Exame de Artilheiros*, em 1747, e *Exame de Bombeiros*, em 1748; devemos frisar que a finalidade dos livros era militar. A questão importante é perceber que os textos de Alpoim visavam também atender a objetivos didático-pedagógicos. Do ponto de vista da matemática que nos livros aparece é ela elementar, porém não se tem conhecimento de textos de matemática mais antigos escritos na colônia. São enfim, os dois primeiros livros de engenharia militar escritos no Brasil, impressos respectivamente em Lisboa e Madri, e seus

textos representam a fonte mais remota para a investigação das origens da matemática escolar no Brasil.⁴

Podemos dizer que a história da matemática no Brasil analisada, descrita e narrada incorporando uma teoria e metodologia da história adequada e abordando as relações entre matemática e cultura, ainda está por ser feita. Entretanto, fazendo uma primeira análise mais superficial pode ser dito que a própria produção do conhecimento matemático no Brasil (além da História dessa produção) até finais do século XX foi muito precária. Somente na década de 70 do século XX foi que estudiosos brasileiros começaram a produzir trabalhos matemáticos de forma autônoma, sem meramente reproduzir os grandes centros. Desde o início do século XVIII, quando a matemática escolar começou a se desenvolver no Brasil, sempre nos apropriamos dos conhecimentos externos vindos da Europa, sobretudo da França, e depois de um século de estudos foi que começamos a produzir material didático próprio, como nos mostra Wagner Rodrigues Valente: “(...) por volta de 1830 começaram a surgir as primeiras obras didáticas nacionais. Serão compêndios escritos com vistas às escolas, preparatórios e, posteriormente, liceus e colégios.”⁵

Nos séculos XIX e XX, é que efetivamente começamos uma produção matemática mais envolvida com nossos próprios interesses vindo a

⁴Não se trata aqui de abordar o complexo quadro histórico econômico e cultural do Brasil. Apenas em linhas gerais pode ser dito que, os países em desenvolvimento como o Brasil, estavam na periferia do processo de incentivo aos empreendimentos científicos por uma série de motivos. Não abordo também aqui a questão que se coloca Fernando Azevedo ao investigar o *Ethos* da cultura ibérica e sua vocação para a ciência, conseqüentemente, sobre a influência ibérica na nossa capacidade de produzir um conhecimento científico autônomo. Cf. AZEVEDO, Fernando, *As ciências no Brasil*. 2ª edição. Volume I. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1994. Um deles pode ter sido o desenvolvimento econômico e industrial inicialmente lento e mais tarde rápido, porém muitas vezes “dependente” da tecnologia estrangeira e, por sua vez, da ciência estrangeira, que limitou os incentivos para o desenvolvimento científico. Alguns fatores como a má qualidade de ciência no país transmissor, uma política de imperialismo cultural nos séculos XVII e XVIII e a falta de um rompimento decisivo com as tradições coloniais na época da independência, podem ter ajudado a modelar a evolução da ciência colonial no Brasil. Este estado de dependência por si só então se tornou um fator importante dificultando de forma especial a evolução para a autonomia científica.

Por volta de 1900, oitenta por cento da população do Brasil ainda era completamente analfabeta. O sistema de educação brasileiro característico nessa época preparava os homens para as carreiras de diplomata, político, jornalista e administrador, mas não de cientista. A elite do Brasil tinha pouco interesse e pouca compreensão de ciência moderna. Qualquer progresso científico institucional teria que levar em consideração o fato de que a ciência ainda estava operando no vácuo e carecia do apoio da educação.

As relações entre a ciência e o governo eram, provavelmente, outra área crítica devido a falta de valorização da mesma por parte da elite cultural. O número total de instituições científicas ainda era comparativamente pequeno, e seu papel era principalmente mais de transmitir conhecimentos obtidos fora do Brasil do que encorajar a investigação original. Apenas no século XX inicia-se a institucionalização da ciência no Brasil. E a matemática também se inserirá nesse processo.

⁵ VALENTE, Wagner Rodrigues. *Uma história da matemática escolar no Brasil (1730-1930)* p. 124. 1ª edição. São Paulo: Editora Annablume, 1999.

institucionalização, como dito, apenas no século XX. É claro que não podemos negar que ainda por um bom tempo fomos influenciados pelo que se priorizava e estudava na Europa e agora também nos Estados Unidos da América.⁶

Um decisivo passo para o progresso da matemática pura no Brasil foi dado por Teodoro Augusto Ramos, ao defender, perante a congregação da Escola Politécnica do Rio de Janeiro, a sua tese ‘Sobre as funções de variáveis reais’ em 1918, pois foi através desse trabalho que a matemática do século XX teve entrada em nosso país.

Por que então só agora nos preocupamos com a trajetória histórica de tão importante ciência? Primeiramente era necessário que a ciência matemática fosse constituída, sendo desenvolvida, melhorada e readaptada ao longo dos anos para depois pensá-la como um legado cultural. A compreensão de tal trajetória nos possibilitaria uma visão mais ampla da ciência matemática entre nós, ou seja, não só conheceríamos suas demonstrações e explicações para fatos no nosso mundo sensível como também seríamos capazes de analisar o impacto cultural e social que tais conquistas geraram. Muitas vezes por nos atermos ao produto final da ciência matemática, seja ele uma fórmula, um conceito ou um método propriamente dito, não nos importamos com o processo que o gerou e limitamo-nos a achar que tudo sempre esteve pronto e perfeito. Nilson José Machado faz uma referência a isso quando propõe:

*“...o trabalho dos matemáticos deve se orientar principalmente nas seguintes direções: (...) - retorno, também, à origem histórica dos diversos conceitos, o que evitará que se caia na crença de um caráter ‘gratuito’ dos descobrimentos, crença que causa danos ao desenvolvimento da ciência.”*⁷

Machado ainda sugere um plano de trabalho que incluía dentre outras coisas:

⁶ Entretanto, independente do desenvolvimento no Brasil, a matemática tinha seus problemas epistemológicos. É importante ressaltar que o termo “matemática” só começou a ser utilizado no século XIX, antes pensava-se separadamente em Geometria, Álgebra e Aritmética, alguns autores ainda eram mais minuciosos e chegavam a citar cada tópico da ciência matemática como uma ciência específica. Hoje então quando pensamos em ciência matemática já estamos aí incluindo todos os conceitos construídos com a utilização da geometria, álgebra e aritmética, sejam isoladamente ou interrelacionados.

⁷ MACHADO, Nilson José. *Matemática e Realidade*. p. 90. 4ª edição. São Paulo: Editora Cortez, 1997.

*“ o estudo pormenorizado, do ponto de vista histórico, do desenvolvimento da Matemática contemporânea, para que se possa compreender melhor as causas dos seus defeitos ou das suas debilidades atuais”*⁸

Certamente conhecer a história da matemática é muito mais que uma simples coleção de datas e fatos. Conhecer-la de maneira crítica pode nos proporcionar a capacidade de evitar o uso de tal ciência de maneira errônea e superficial, aproveitando assim toda a riqueza que sua trajetória pode nos oferecer. Além de compreender a matemática como um produto cultural e não uma ciência portadora de uma verdade última.

Com efeito, abordando a matemática como um produto cultural trata-se de responder: por que então só na década de 70 do século XX os matemáticos brasileiros foram capazes de produzir trabalhos matemáticos autônomos? Como o modelo matemático proveniente de décadas anteriores, como as de 50 e 60, poderia ter sido um dos fatores determinantes na composição de tal feito? E qual a importância da trajetória da história institucional da matemática, analisada sob uma perspectiva cultural, nesse processo de autonomia científica? Essas são questões importantes para a história da matemática no Brasil que procurarei responder dentro desse projeto.

2.3. O Enfoque Institucional como um possível caminho para se analisar a História da Matemática no Brasil.

No livro *Gênese e Evolução da Ciência Brasileira – Oswaldo Cruz e a política de investigação científica e médica*, Nancy Stepan relata a trajetória do Instituto Oswaldo Cruz, considerando-o como um primeiro passo importante na transformação final das capacidades científicas do Brasil, isto é, na institucionalização da ciência no Brasil e da produção de um conhecimento autônomo, a utilização de uma ciência universal para resolver problemas locais. Em todo o livro, essa americana historiadora da ciência brasileira, analisa a formação da comunidade científica brasileira, levando em consideração vários fatores que a moldaram como: o desenvolvimento da ciência no Brasil de maneira tardia e dependente dos países desenvolvidos; a importância dada pelo governo à ciência; a ampliação da educação; o momento histórico determinante nos séculos XIX e XX, dentre outros.

⁸Idem.

Analogamente, podemos nos perguntar: qual terá sido o marco histórico determinante na constituição da autonomia dos conhecimentos matemáticos produzidos no Brasil a partir de 1970? Uma boa possibilidade para responder a essa questão é uma investigação das instituições científicas, como por exemplo, o IMPA, a USP, e mesmo a UFMG, lembrando que a criação do ICEx se dá a partir da década de sessenta.

A década de 50 começa e o Brasil vive um momento marcante no cenário político, econômico e social. Na área científica, o grande marco foi a criação do Conselho Nacional de Pesquisa em 1951. Décadas depois das primeiras discussões em torno do tema, finalmente surgia um órgão responsável pelo fomento do desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro. Ainda na primeira década de atuação do Conselho foram criados diversos institutos, que atualmente não estão mais sob a coordenação do CNPq, os quais eram responsáveis pela execução de investigação científica e tecnológica, sendo o primeiro deles o Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA) em 1952.

O IMPA teve caráter nacional e foi sempre voltado para o estímulo à pesquisa científica em matemática, resta assim compreender em que medida instituições como IMPA são responsáveis pela formação de novos pesquisadores e pela difusão e o aprimoramento da cultura matemática no país. Alguns matemáticos se destacaram muito nessa época, sendo de grande importância. Entre eles, Elon Lages Lima e Djairo Guedes Figueiredo. Certamente a criação do IMPA foi um grande passo para a autonomia do pensamento matemático brasileiro e deve ser estudada com grande precisão.

Assim como o IMPA, outras instituições como a USP, a UnB, a Universidade Federal de Pernambuco, a UFOP, a UFMG, com seus respectivos departamentos e institutos de matemática podem ter contribuído para a autonomia do pensamento matemático brasileiro. Quando cito a autonomia do pensamento matemático brasileiro me refiro à ciência matemática tomada separadamente da física e da engenharia, à formação dos cursos de matemática além das licenciaturas incentivando a pesquisa e à constituição da ciência matemática brasileira independente da estrangeira e com reconhecimento internacional. Pretendo então analisar como a ciência matemática se constitui a partir da história das instituições científicas que é uma maneira de relacionar a matemática com a cultura. Ao me referir à institucionalização científica não me limito apenas ao aspecto físico das

instituições, penso na instituição como um mecanismo cultural que molda a prática científica, nas associações científicas não são apenas o espaço ocupado por prédios ou o oferecimento de cursos que importam, mas o pensar a carreira, o incentivar a pesquisa e o promover do intercâmbio entre a comunidade científica. Sendo assim pretendo também analisar e discutir as contribuições e a importância do freqüente contato científico entre a comunidade matemática brasileira.⁹ Seja através de encontros como o *Colóquio Brasileiro de Matemática* totalizando onze reuniões realizadas de 1957 a 1977, seja através de publicações promovidas por cada departamento ou instituto de matemática em cada instituição, ou pela *Sociedade Brasileira de Matemática* (SBM) criada em 1969 e responsável até hoje por publicar vários periódicos contendo artigos de pesquisa e organizar encontros científicos em todo o país.

Enfim, procuro compreender como, no Brasil, a mais *abstrata* das ciências se *concretizou* através da institucionalização.

3. Fontes Primárias:

As fontes primárias foram escolhidas de maneira que, através de sua devida busca e análise, possam de fato contemplar os objetivos desse projeto. Na verdade, o estudo de documentações que mostrem como se constituíram as principais instituições científicas que muito influenciaram o processo de autonomia do pensamento matemático brasileiro, devem me proporcionar a capacidade de compreender a História Institucional da Matemática no Brasil.

Acredito que um dos estudos necessários e indispensáveis será a análise de alguns documentos como: as Atas de fundação, de congregações, colegiados etc. de instituições como o IMPA. Também as Atas de fundação dos departamentos e institutos de matemática da USP, UFOP, UNICAMP, UnB, UFMG. Será dada uma atenção especial ao ICEx analisando as atas de sua congregação e promovendo entrevistas com professores que participaram da sua fundação.

A análise dos currículos e planos de curso da graduação em matemática ministrado nessas instituições, e também do início dos cursos de pós-graduação é uma possível fonte de preciosas informações. O estudo dos Anais dos Colóquios Brasileiros de Matemática, Atas da Sociedade Brasileira de Matemática e as

⁹ Cf. CHAIM, S.; GOMIDE, Elza F. "Instituto de Matemática e Estatística da USP". In FERRI, Mário G.; MOTOYAMA, Shozo. *História das Ciências no Brasil*. Volume I. São Paulo: EDUSP, 1979.

publicações promovidas por ela tais como: o Boletim da Sociedade Brasileira de Matemática, Coleção ATAS, periódicos com artigos de pesquisa e também anais dos principais encontros da comunidade matemática brasileira promovidos a partir da década de 50, contribuirá para o conhecimento dos vários trabalhos científicos brasileiros. Ressalta-se, novamente, que a institucionalização do conhecimento será analisada em suas diversas formas.

4. Algumas Considerações:

Como foi dito na introdução desse trabalho a minha pesquisa se encontra em andamento e, sobretudo no seu início, sendo assim algumas mudanças em relação a esse projeto original aqui descrito já foram consideradas. Na verdade, tenho percebido que será necessária a análise de fontes primárias de maneira bem minuciosa e certamente terei que optar por algumas delas e não todas que proponho nesse projeto. Também pude perceber que a análise da historiografia da matemática analisada apenas sob a perspectiva de Thomas Kuhn ficaria incompleta, por isso, incluí também a análise através de outro importante historiador da ciência: Ludwig Fleck. Tento perceber a convergência na ótica de cada um desses historiadores e também os possíveis pontos aonde irão se divergir, fixando grande atenção para os motivos que geraram tal divergência. Acredito que ao longo de minha pesquisa outras mudanças serão necessárias e procuro, à medida que as encontro, adaptar esse projeto original para que o mesmo contemple, ao menos em sua maioria, aquilo que, de fato, tenho feito no meu mestrado.

5. Bibliografia:

ANDRADE, E. N da C.; HUXLEY, Julian. *Iniciação à ciência*. (Título original: An introduction to science.) Trad. José Reis. Volume 2. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Estudos Pedagógicos, 1956.

AZEVEDO, Fernando de. *As ciências no Brasil*. 2ª edição. Volume I. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 1994.

BICUDO, Maria Aparecida Viggiani. *Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas*. 1ª edição. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

Boletim GEPEM. Rio de Janeiro, 1998, n.34.

BOYER, Carl B. *História da Matemática*. (Título original: A History of Mathematics). Trad. Elza F. Gomide. 2ª edição. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1991.

CARRILHO, Manuel Maria. *A Filosofia das Ciências: de Bacon a Feyerabend*. 1ª edição. Lisboa: Editora Presença, 1994.

CARVALHO, José Murilo de. *A Escola de Minas de Ouro Preto. O peso da glória*. 2ª edição revista. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.

CASTRO, Francisco de Oliveira. *A Matemática no Brasil*. Campinas: Editora da UNICAMP, 1992.

CHAIM, S.; GOMIDE, Elza F. "Instituto de Matemática e Estatística da USP". In FERRI, Mário G.; MOTOYAMA, Shozo. *História das Ciências no Brasil*. Volume I. São Paulo: EDUSP, 1979.

D'AMBROSIO, Ubiratan. *Educação Matemática: da teoria à prática*. 1ª edição. Campinas: Editora Papirus, 1996.

DOXIADIS, Apostolos. *Tio Petrus e a conjectura de Goldbach*. (Título original: O Theios Petros kai e Eikasia tou Goldbach). Trad. Cristiane Gomes de Riba. 1ª edição. São Paulo: Editora 34, 2001.

EVES, Howard Whitley. *Introdução a História da Matemática*. (Título original: An introduction to the history of mathematics). Trad. Hygino H. Domingues. 2ª edição. São Paulo: Editora da UNICAMP, 1997.

GUEDJ, Denis. *O Teorema do Papagaio*. (Título original: le théorème du perroquet). Trad. Eduardo Brandão. 3ª edição. São Paulo: Editora Schwarcz, 2001.

JAPIASSU, Hilton. *Questões Epistemológicas*. Rio de Janeiro: Editora Imago, 1981.

KUHN, Thomas. *A estrutura das revoluções científicas*. (Título original: The structure of scientific revolutions). Trad. Beatriz V. Boeira; Nelson Boeira. 2ª edição. São Paulo: Editora Perspectiva, 1987.

_____, *A Tensão Essencial*. Lisboa, 1998.

MACHADO, Nílson José. *Matemática e Realidade*. 4ª edição. São Paulo: Editora Cortez, 1997.

MORA, José Ferrater. *Dicionário de Filosofia*. Tomo III. São Paulo: Edições Loyola, 2001.

MOTOYAMA, Shozo. *História da Ciência: perspectiva científica*. São Paulo, Coleção da Revista de História, 1974.

OLIVEIRA, Bernardo Jefferson de. *Francis Bacon e a Fundamentação da Ciência como Tecnologia*. 1ª edição. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002.

Parâmetros Curriculares Nacionais. Ministério da Educação e do Desporto. Brasília, 1997.

PORTOCARRERO, Vera (Org.). *Filosofia, história e sociologia das ciências I: abordagens contemporâneas*. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 1994.

SCHWARTZMAN, Simon. *Formação da Comunidade Científica no Brasil*. [et al.]. Rio de Janeiro: FINEP, 1979.

SILVA, Clóvis Pereira da. *A Matemática no Brasil: uma história do seu desenvolvimento*. Curitiba: Editora da UFPR, 1992.

STEPAN, Nancy. *Gênese e Evolução da Ciência Brasileira: Oswaldo Cruz e a política de investigação científica e médica*. [S.l.]. Rio de Janeiro: Editora Artenova, 1976.

STRUİK, Dirk J. *História Concisa das Matemáticas*. Título original: A Concise History of Mathematics). Trad. João Cosme S. Guerreiro. 2ª edição. Lisboa: Editora Gradiva, 1992.

VALENTE, Wagner Rodrigues. *Uma História da Matemática Escolar no Brasil (1730-1930)*. 1ª edição. São Paulo: Editora Annablume, 1999.

1203CC MALBA TAHAN: UM HOMEM QUE EDUCAVA

Cordovil Neves de Souza

Geraldo Magella Obolari de Magalhães

Ivan da Matta Machado Fernandes¹

RESUMO

Este trabalho aborda uma pesquisa sobre o professor Júlio César de Mello e Souza/Malba Tahan (6/5/1895–18/6/1974) sobre algumas de suas contribuições para a Educação Matemática. Escolhido devido à modernidade de seu pensamento e seu caráter precursor e com o objetivo também de conhecer melhor este professor de matemática, que também era escritor, contador de história, conferencista, um educador que escrevia sobre poesia, lendas, traduzia Dante; que ajudava a combater com firmeza o preconceito de que a matemática é chata, difícil, sem vida, e o preconceito que sofrem as pessoas atingidas por hanseníase.

Refletir sobre Malba Tahan é estudar um pouco a história do ensino da Matemática no Brasil, durante o século XX, e viajar pela matemática e a cultura árabe.

Iniciamos nosso trabalho com dados sobre o professor Mello e Souza, relacionando-os com momentos da história da matemática no Brasil; depois descrevemos dados sobre sua mistificação literária; citamos seus livros e procedemos a uma análise de algumas de suas contribuições didáticas para o ensino de matemática. Para isso escolhemos principalmente as seguintes obras: *O homem que calculava*, *Diário de Lúcia*, *Didática da Matemática*, *Meu anel de sete pedras* e o livro *O professor e a vida moderna*.

Malba Tahan sempre esteve à frente de seu tempo, tanto como professor e educador, quanto na metodologia para o ensino específico da Matemática. A análise do pensamento do professor Mello e Souza pode ser realizada de diversas formas, dada a riqueza de sua produção. Neste trabalho, porém, propõe-se o estudo de algumas de suas idéias referentes à Educação Matemática. Malba Tahan foi e ainda

¹ Este trabalho é parte da monografia *MALBA TAHAN – UM HOMEM QUE EDUCAVA* realizada para a conclusão do curso de Especialização em Educação Matemática do UNI-BH. A monografia foi realizada pelos estudantes: Cordovil Neves de Souza, Geraldo Magella Obolari de Magalhães e Ivan da Matta Machado Fernandes e teve como orientadora a doutora Eliane Sheide Gazire.

é um educador matemático, cujos pensamentos sobre educação, principalmente didática da matemática, merecem e precisam ser estudados.

Vida e Obra de Mello e Souza

Nascido no dia 6 de maio de 1895, na cidade do Rio de Janeiro, filho dos professores João de Deus Mello e Souza (1862-1910) e Carolina Carlos de Mello e Souza (1866-1925), viveu a infância em Queluz-SP.

Na primeira década do século XX, Júlio César inicia seus estudos no interior paulista. Em 1906, ingressa no Colégio Militar do Rio de Janeiro. Nesta época o pré-adolescente Júlio César inicia sua carreira de escritor criando um jornalzinho, chamado *Erre*. Em 1909, é transferido para o Colégio Pedro II.

Na década de 10, Júlio César formou-se professor primário pela Escola Normal do Distrito Federal (RJ) e, em Engenharia Civil pela Escola Politécnica (1913). Com 18 anos iniciou sua brilhante carreira de professor lecionando para turmas suplementares no Colégio Pedro II. Em 1915 estudou teatro, junto com Procópio Ferreira. Os dois farão sucessos: um como ator no teatro e o outro como ator na sala de aula. Segundo Lauro de Oliveira Lima “*Malba Tahan era o showman da pedagogia (...) Suas aulas de didática eram verdadeiros espetáculos*”. Em 1919 ele tenta e não consegue publicar alguns artigos, então inventa um pseudônimo: R. S. Slade. Com esse pseudônimo os artigos, rejeitados anteriormente, saem com destaque no jornal carioca *O Imparcial*.

Na década de 20 aconteceram movimentos de busca da identidade brasileira, como a Semana da Arte Moderna em São Paulo, que vai revolucionar e dar brasilidade às artes. É quando surge a Coluna Prestes, que percorre mais de 30 mil quilômetros e provoca o assim chamado “descobrimento” de um novo Brasil. Nesta década há um intenso intercâmbio com intelectuais e cientistas estrangeiros; vêm realizar conferência no Brasil, entre outros, Albert Einstein. O professor Mello e Souza, com o intento de divulgar suas idéias, cria um novo pseudônimo: Malba Tahan. O jornal carioca *A Noite* publica, a partir de 1925, os *Contos de Malba Tahan*, que se revelaram um grande sucesso. Seus primeiros livros são lançados: *Contos de Malba Tahan*, 25; *Céu de Allah*, 27; *Amor de Beduíno*, 29; *Lendas do Deserto*, 29. O heterônimo Malba Tahan nasceu em 1925, fruto de uma brilhante imaginação de Mello e Souza, que estudou durante 7 anos: história, geografia, religião e cultura do povo árabe. Também criou uma “biografia” para sua mistificação literária. “Malba Tahan” tem como sua data de “nascimento” 6 de maio de 1885 (Mello e Souza nasceu em 6/5/1895), com o nome de Ali Iezid Izz-Edim Ibn Salim Hank Malba Tahan. “Nasceu” na Península Arábica, em uma pequena aldeia de nome Muzalit,

perto de Meca, importante cidade muçulmana. Foi prefeito de El-Medina. Estudou no Cairo e em Constantinopla; viajou muito, conheceu a Índia, o Japão, a Rússia. Morreu jovem, lutando pela libertação de uma tribo na Arábia Central, em 1921. Anos depois o escritor Malba Tahan já se consagrava como um sucesso editorial que Mello e Souza com todo cuidado mantinha em segredo, além da “biografia” do escritor árabe ele cria também o seu “tradutor”: Breno Alencar Bianco. Mello e Souza, em seu depoimento ao Museu da Imagem e do Som do Rio de Janeiro (transcrito na tese de Cristiane Coppe, 2001) relata:

“...E assim, os brasileiros leram Malba Tahan convencidos de que era um árabe. Só oito anos depois de sair o meu primeiro livro é que eu revelei.... Ninguém sabia quem era Malba Tahan. Eu publicava no A Noite, “Contos de Mil e Uma Noites”.(1973)

A década de 30 é o período de sua maior produção, firma-se como escritor da cultura árabe; escreve livros infanto-juvenis e didáticos. A dupla Mello e Souza -Cecil Thiré escreve com Nicanor Lengruber os livros *Mathematica Commercial* e *Mathematica Financeira*; e com Jurandir Paes Leme *Pathimel*. Mello e Souza escreve com Irene de Albuquerque uma coleção didática para o primário: *Diário de Lúcia, Matemática Fácil e Atraente* e *Tudo é Fácil*. Além de suas parcerias, publica os livros: *Geometria Analítica – no espaço de duas dimensões e de três dimensões*, 4 volumes; *Estudo Elementar das Curvas*; *Funções Moduladas*; *Trigonometria Hiperbólica*; *Matemática Divertida e Curiosa*; *Histórias e Fantasia da Matemática*. Com relação à literatura retratando a cultura árabe, Malba Tahan escreve: *Mil Histórias Sem Fim I e II*; *Lendas do Céu e da Terra*; *Alma do Oriente*; *Minha Vida Querida*; *Novas Lendas do Deserto* e *Maktub!*. Para o público infanto-juvenil escreveu: *Amigos Maravilhosos*; *Paca, Tatu...* e *Lendas do Oásis*. Foi nesse período que ele escreveu o mais importante de seus livros: *O Homem Que Calculava*, lido no mundo inteiro. Roberto Comodo em seu artigo *Tesouros da juventude*, na revista Istoé, de 8/1/1997, cita: “*O Homem Que Calculava*, publicado em 1937, foi traduzido para 12 idiomas e ainda é um campeão de vendas. O diretor da editora Record, Sérgio Machado, atribui o sucesso da obra à originalidade em combinar matemática com mistérios orientais”. Redige também *A Sombra do Arco-Íris*, obra de que mais gostava; neste livro, em 3 volumes, são citados mais de oitocentos poetas brasileiros, numa demonstração de sua erudição e interesse pela cultura brasileira.

Na década de 40, dando seqüência ao estilo do livro *Matemática divertida e curiosa* e mantendo o início do título, publica *Matemática divertida e: pitoresca, em 1941; fabulosa, em 42; diferente, em 43, e delirante*. Nesta mesma linha escreveu também *Diabruras da matemática, em 43, e As grandes fantasias da Matemática, em 45*. Ainda sobre matemática são editados *O Escândalo da Geometria e Tábuas Completas: Logaritmos e Formulários*. Publica o livro *Meu Caderno de Matemática*. Em 1940, publica o 1º volume, letras A e B do *Dicionário Curioso e Recreativo da Matemática*; em 42, o 2º, letras C, D, E e F; o 3º e último, letras F e G, saiu em 51. Com relação à literatura, publica: *Lendas do Povo de Deus; O livro de Aladim e o O Guia Carajá*. Traduzindo *O inferno* de Dante Alighieri, Malba Tahan dá mais um exemplo de sua pluralidade cultural. Criou e dirigiu a revista de matemática *Al Kharismi* e na década seguinte a revista *Lilavati*.

Na década de 50 torna-se um dos nomes mais importantes no combate ao preconceito que sofrem as pessoas atingidas por hanseníase. Dirige e publica, por 10 anos, a revista *Damião*. Comprometido com a causa, Malba Tahan visita todas as colônias brasileiras, com exceção da colônia do Acre; nas outras 32 colônias faz palestras, ouve os moradores, colocando a revista à disposição dos internos para divulgar notícias e reivindicações. Nesta década, Malba Tahan trabalha na CADES (Campanha de Aperfeiçoamento e Difusão do Ensino Secundário), dando aula de Didática e Didática da Matemática. Ele então escreve com relação a estes temas. Em 57, publica: *Técnicas e Procedimentos Didáticos no Ensino da Matemática e A Arte de Ler e Contar Histórias*. Em 59, escreve em conjunto com Jairo Bezerra e Ceres Marques *Apostilas de Didática Especial da Matemática*. Também escreve o livro *O Bom Caminho*, para o curso de religião, onde relaciona lições de moral e gramática. Com relação à matemática, publicou: *Matemática, Aritmética, Série Admissão*, 1950; *Matemática Suave e Divertida*, 51; *Folclore da Matemática*, 54; *A Equação da Cruz*, 59; e *Meu Anel de Sete Pedras*, 55. Divulgando a cultura do povo oriental e a brasileira, escreve: *Seleções; Lendas do Bom Rabi; Aventuras do Rei Baribê; A Caixa do futuro; Novas Lendas Orientais; A Lua: Astronomia dos Poetas Brasileiros*, 55. Também foi responsável pela divulgação, no Brasil, das lendas folclóricas israelitas, cristãs e egípcias.

Na década de 60 Malba Tahan publica pela editora Saraiva: *Antologia da Matemática –2 volumes; Didática da Matemática –2 volumes; O Problema das Definições em Matemática*, 1965; *Matemática Recreativa –2 volumes; A Lógica na*

Matemática e Matemática Divertida e Delirante. A editora Vecchi editou livros que Malba Tahan escreveu tendo como tema o professor: *O Mundo Precisa de Ti, Professor*, 66; *A Arte de Ser Um Perfeito Mau Professor*, 67; *Antologia do Bom Professor*, 69; *Páginas do Bom Professor*, 69; *O Professor e a Vida Moderna e Roteiro do Bom Professor*, 69. Pela editora Brasil-América, escreveu os livros para o público infantil e juvenil em 1968 são editados: *A Girafa Castigada*; *A História da Onça que Queria Acordar Cedo*; *A Pequenina Luz Azul*; *O Tesouro de Bresa*; *O Rabi, o Cocheiro e aos Anjos de Deus*; e *Os Sonhos do Lenhador*. É reeditado o livro *Folclore da Matemática*, com o nome de *Os Números Governam o Mundo*, 1965. Ajudando mais uma vez a combater o preconceito referente à hanseníase, Malba Tahan escreve com uma ex-moradora da Colônia Santa Isabel – Betim/MG o livro *Ainda Não Doutor!*, 1967. O livro *Romance do Filho Pródigo*, 1967, reafirma a característica holística de Malba Tahan; o livro conta com a colaboração de escritores católicos, protestantes, israelitas e espíritas. Escreveu também *O Terceiro Motivo*, 1962; *A Estrela dos Reis Magos*, 1967 e *Numerologia*, 1969.

Na década de 70, publica pela editora Boch: *Belezas e Maravilhas do Céu*, 1974; *A Matemática na Lenda e na História*, 1974; *As Maravilhas da Matemática*; Coloca suas recordações do tempo de aluno do Colégio Pedro II no livro *Acordaram-me de Madrugada* (1ª edição. RJ, Colégio Pedro II, 1973). Ainda são publicadas as seguintes obras: *Salim, O Mágico*, 1970; *O Mistério do Mackensista*, 1970; *Iazul*, 1970; O livro *O Jogo do Bicho à Luz da Matemática*, é publicado, a seu pedido, após sua morte.

Bráulio Tavares analisa o escritor Malba Tahan em seu excelente artigo *Os Labirintos de Malba Tahan*. Compara-o com grandes nomes da literatura mundial como Ítalo Calvino, Georges Perec, Joyce:

“Parece uma história de Kafka, com exceção do derradeiro parágrafo. A diferença entre os dois autores é que os apólogos de Malba Tahan vêm sempre emoldurados por mensagens moralizantes, cuja intenção é dar peso ao que foi dito, mas cujo didatismo parece dissipar uma energia que a história contada a seco, à maneira de Kafka, poderia ter. As parábolas de Kafka geralmente não têm “moral da história”: são como adivinhas sem resposta, ou como anedotas sem punch-line. Já Malba Tahan, imbuído do espírito militante de professor e de cristão, faz suas histórias colapsarem num significado único. Pode-se fazer a mesma

crítica que Borges fazia a Nathaniel Hawthorne, em seu ensaio clássico sobre o autor dos Twice Told Tales: o de que concebia parábolas brilhantes e as empobrecia com mensagens <<educativas>>”.

Na década de 80 e 90, são reeditados vários livros, principalmente pela editora Record.

A partir da década de 90, aparecem referências a Malba Tahan em vários trabalhos acadêmicos. Segundo Gilberto Telmo, a interdisciplinaridade nas obras de Malba Tahan foi o tema da tese do professor John Conway, da Universidade de Princeton, e também cita *“Sua obra tem sido objeto de diversas teses no exterior e comentada pela Revista Sciencie (1993) e pela professora Rossana Taziolli da Società Italiana di Scienze Matematiche e Fisiche”*. Destacamos também a Dissertação de Mestrado, pela UNESP, de Cristiane Coppe de Oliveira *Do menino “Julinho” a “Malba Tahan”: Uma viagem pelo oásis do ensino da Matemática*, e a dissertação, pela USP, de Helena Meidani *Malba Tahan: Matemática, Literatura e Educação*.

Mello e Souza revelou-se um dos conferencistas mais populares do Brasil, realizando mais de duas mil palestras/conferências em sua vida. Ele morreu na madrugada do dia 18 de junho de 1974, em Recife-Pernambuco, época que estava ministrando dois cursos: A Arte de Contar Histórias e Jogos e Recreações.

Em 1975 é inaugurado um busto de Malba Tahan na Colônia de Curupaiti-RJ. Neste mesmo ano, no Rio, a Escola de Samba União de Vaz Lobo tem como enredo *Malba Tahan e seus fabulosos contos orientais*. Na cidade onde foi criado, Queluz-SP, foi inaugurado o Museu Malba Tahan. Em sua homenagem o dia do seu aniversário, 6 de maio, foi instituído como o Dia Estadual da Matemática, no estado do Rio.

Reformas Curriculares

Qual a posição de Mello e Souza frente às reformas no currículo de matemática desenvolvidas no século XX?

Mello e Souza apoiou as propostas de um novo currículo de Matemática que se efetivou com a Reforma de 1931, onde a principal liderança foi o professor Euclides Roxo. Esta Reforma foi uma grande vitória para o ensino da matemática. Segundo Wagner Valente:

“Tal documento foi remetido em cópia ao Departamento Nacional de Ensino pelo ofício nº 373 de 9 de outubro de 1928, e representa um

marco fundamental para a matemática nova no Brasil. Dentre as assinaturas, figuram as do grupo de ensino de matemática do Pedro II, Euclides Roxo, Henrique Costa, Cecil Thiré e Mello e Souza, que produzirão vasta obra didática a partir dos ideais escolanovistas". (1999, p.200).

Neste período, junto com Cecil Thiré e Euclides Roxo, conquista um grande espaço no mercado de livros didáticos antes dominado, principalmente, pelos livros traduzidos do francês: os das coleções FIC (da Congregação dos Frères de l'Instruction Chrétienne) traduzidos pelo professor Eugênio de Barros Raja Gabaglia e os da coleção F.T.D.(Frère Théophile Durand) da Congregação Marista. Mello e Souza e Cecil Thiré produzem em conjunto a coleção *Matemática* para o 1º, 2º, 3º e 4º ano dando seqüência à parceria iniciada com *Exercícios e Formulários de Geometria* (2ª edição, 28). Em 1933, os dois se unem a Euclides Roxo e publicam os livros *Cursos de Matemática* para 4º e 5º ano, dando seqüência à coleção de mesmo nome de Euclides Roxo.

Vivenciou também os debates que se concretizaram na Reforma Gustavo Capanema de 1942, que tinha como principais lideranças o professor Euclides Roxo defendendo as mudanças iniciadas na Reforma de 31, e o Padre Arlindo Porto, representando o ensino tradicional católico. Do ponto de vista da matemática não houve grandes alterações. Em consequência da Reforma o trio Mello e Souza, Euclides Roxo e Cecil Thiré lançam uma nova coleção de livros didáticos: *Matemática Ginásial*, 1ª, 2ª, 3ª e 4ª série.

Na década de 60, o ensino da matemática sofrerá grandes mudanças com a implantação da Matemática Moderna. Dario Fiorentini relata:

"Após 1950, a educação matemática brasileira passaria por um período de intensa mobilização em virtude da realização dos cinco Congressos Brasileiros de Ensino de Matemática (1955, 1957, 1959, 1961 e 1966) e do engajamento de um grande número de matemáticos e professores brasileiros no movimento internacional de reformulação e modernização do currículo escolar, que ficou sendo conhecido como o Movimento da Matemática Moderna (MMM)". (1995, p. 13).

Malba Tahan não participa do Movimento da Matemática Moderna, reconhece uma certa importância, mas critica: *"... de modo que esse método moderno, como exige muito do professor, tem sacrificado muitos os alunos porque o professor tem*

que ter uma habilidade especial para ensinar aquele simbolismo. Sabe, quantos símbolos a matemática moderna produziu em matemática: 300, 300 símbolos novos...". (1973).

A partir da década de 80, no Brasil, se fortalece um movimento com propostas de mudar o ensino de Matemática. Segundo Maria Laura Mouzinho Leite Lopes, fundadora e primeira presidente do GEPEM, *"A década de 80 foi decisiva para a Educação Matemática no Brasil, pois as sementes plantadas, anteriormente, como procurei mostrar, começavam a germinar e logo viriam os frutos a serem colhidos"* (2000). Este movimento teve uma grande vitória na década de 90, com a incorporação de suas idéias nos Parâmetros Curriculares Nacionais –PCN- de Matemática. Vários professores vão citar Malba Tahan como uma referência inicial de Educação Matemática. Segundo Maria Laura Mouzinho Leite Lopes, Malba Tahan é considerado um dos pioneiros da Educação Matemática no Brasil:

"Seus professores catedráticos de Matemática Júlio César de Mello e Souza – o Malba Tahan – e Euclides Roxo podem ser considerados, com justiça, os pioneiros da Educação Matemática no Brasil, no sentido atual dessa disciplina. Malba Tahan, felizmente, começa a ser lembrado, reeditado e estudado como um dos precursores, entre nós, da metodologia de resolução de problemas."(Educação Matemática em Revista, 2000)

Interdisciplinaridade

Mello e Souza ajudou a humanizar o ensino da Matemática e a quebrar a imagem de que a Matemática é uma matéria sem vida, sem emoção, colocando sua habilidade de escritor a serviço desta desmistificação, construindo histórias cheias de mistérios. Com essa estratégia, levava seus leitores a construir uma nova visão da matemática, mais prazerosa, alegre e real.

Malba Tahan apresentou em algumas de suas obras uma matemática relacionada com um romance, uma aventura, produzindo interdisciplinaridade. O seu famoso livro *O homem que calculava* é um exemplo de como "casar" matemática com literatura, religião, geografia, cultura, arte, filosofia e história.

A tentativa de escrever livros didáticos através de uma aventura é mais uma característica de Mello e Souza que se merece ser estudada. Um exemplo é o livro *Meu Caderno de Matemática*, que é dirigido para o curso de admissão. Nele, os

conteúdos de matemática estão dentro de uma história para a juventude. É mais uma obra inovadora deste mestre de contar história. O melhor exemplo da preocupação de interdisciplinaridade de Mello e Souza é a coleção de livros escritos com a professora Irene de Albuquerque: *Diário de Lúcia*; *Tudo é fácil*; *Matemática fácil e atraente*.

Vamos nos deter um pouco no livro *Diário de Lúcia* devido à sua importância didática, pois além de escrever os conteúdos de matemática através de uma aventura, é obra interdisciplinar moderna e original. No livro, os conteúdos de matemática e português são trabalhados em conjunto. Os autores, na introdução, expõem o objetivo do livro:

“O nosso objetivo foi, em última análise, tornar bastante vivo o ensino de Matemática, aliando-o ao ensino de Linguagem, Ciências Naturais, etc. Logramos atingir esse resultado apresentando as diversas lições metamorfoseadas em leituras, contos e curiosidades”. (p.7)

Os autores frisam que o livro está *“rigorosamente de acordo com o programa do 4º ano primário”* (p.1). É uma obra extraordinária. O livro é um diário de uma adolescente chamada Lúcia. Cada dia deste diário é uma lição. Na primeira lição, os autores introduzem na história unidades de medidas. No item *Para ler e reter*, eles vão falar das unidades quilo, grama, tonelada, quintal, arroba. No item *Para ler e aprender*, eles utilizam uma frase do texto e vão analisá-la do ponto de vista do português. No item *Para ler e responder*, geralmente é uma carta que Lúcia recebe. A primeira lição é uma correspondência de seu padrinho, na qual os autores citam suas posições didáticas:

“Não se preocupe em estudar todas as unidades de peso, citados no compêndio. Algumas não são usadas e tornaram-se, por isso, inúteis.

O comércio, ou melhor, o povo, não usa, por exemplo, em caso algum o decagrama (10 gramas) nem o hectograma (100 gramas). Essas unidades devem ser abolidas dos livros colegiais e não há como justificar a sua inclusão em problemas. Problema que contiver uma dessas unidades é problema artificial, inútil fora da vida”. (p.15).

No item *Para ler e resolver* não existe nenhum exercício de simples memorização do tipo calcule ou efetue. Todos os exercícios são problemas contextualizados. O livro foi aceito pelas professoras da época, tendo sido escrito no final da década de 30 e tem produzida a sua 10ª edição em 1955. Ao analisar o livro

como um todo, vamos perceber que ele é também um bom referencial para os professores de matemática entenderem uma das orientações dos PCN-Matemática: *Quanto aos conteúdos, apresentam um aspecto inovador ao explorá-los não apenas na dimensão de conceitos, mas também na dimensão de procedimentos e de atitudes. (p.17).* Apesar da importância que a interdisciplinaridade tem atualmente, os autores contemporâneos de livros didáticos ainda não produziram nada igual aos livros de Mello e Souza – Irene Albuquerque.

Matemática Divertida

Uma das marcas do professor Mello e Souza foi associar a matemática com diversão, lazer, prazer e alegria. Os títulos de vários livros seus, já mostravam a sua preocupação de unir o lúdico com a matemática. Tornar a Matemática mais divertida é combater a visão de uma matéria sem vida, além de levar o aluno a estudar com gosto.

Em uma entrevista a Educação Matemática em Revista, nº 6, Ubiratan D'Ambrosio defende uma mudança nos currículos das Licenciaturas de Matemática. Um dos pontos que ele propõe é a introdução da Matemática Divertida:

“Minha proposta é uma Licenciatura em Matemática com 20 disciplinas, distribuídas em 3 blocos, totalizando um mínimo de 1300 horas: (...) 6. Matemática curiosa e divertida (uma seleção, por exemplo, no estilo Malba Tahan com explicações sobre o conteúdo envolvido), 30 horas”. (1999, p.10).

Matemática Popular

Outra característica importante do trabalho de Júlio César de Mello e Souza é a adoção da matemática popular. Mello e Souza, em vários momentos de sua produção, vai registrar a matemática utilizada nos meios populares. Atualmente podemos chamar vários desses registros de exemplos de etnomatemática. Segundo Ubiratan D'Ambrosio:

“Etnomatemática é a matemática praticada por grupos culturais, tais como comunidades urbanas e rurais, grupos de trabalhadores, classes profissionais, crianças de uma certa faixa etária, sociedades indígenas, e tantos outros grupos que se identificam por objetivos e tradições comuns aos grupos”. (2001, p. 9).

No livro *Meu Anel de Sete Pedras*, escrito em 1955, é estudada a matemática no meio popular, quando ele faz um apanhado das parlendas que envolvem sucessões numéricas, denominadas de contagens rimadas; exemplo: *‘Doze rubro doze/ Vinte e quatro com quatorze/ Dezesseis com vinte e um/ Faz um cento menos um’*. (1998, P. 14). Ainda neste livro são registradas várias adivinhas populares, ou enigmas numéricos. Um outro capítulo desse livro tem o título: *“A matemática nos ‘desafios’ dos cantadores brasileiros”*, do qual retiramos um verso interessante: *“Vou fazer uma pergunta/ Pra vansê me arrespondê/ Vinte e cinco pá de gato/ Contas unha deve te?”* (1998, p. 31). Depois de passar para as sucessões numéricas na literatura, ele faz um estudo sobre as unidades e medidas tradicionais: alqueire, arroba, carro de boi, dedo, galão, gole, légua, palmo, passo, saco, etc; e das unidades curiosas na culinária brasileira: bocado, colher, copo, cuia, fatia, gota, molho, pitada, rodela, etc., o próximo item é sobre denominações de medidas monetárias populares: mangos, pé-de-meia, cobres, rios de dinheiro, dentre outros.

Esta posição de Malba Tahan, de buscar a matemática no meio do povo, também criticada por professores de matemática da época, como afirma o educador Valdemar Vello, na reportagem de Luiza Villamea:

“Carismático, Júlio César encantava os alunos. Mas nem todos se sentiam à vontade com a sua informalidade. ‘Os tradicionalistas eram absolutamente contrários a Malba Tahan e ao seu interesse pelo cotidiano da Matemática’, explica o editor de livros da editora Scipione, Valdemar Vello.”(1995, p. 13).

Para Malba Tahan a matemática não é função só de especialista. Beremiz, o homem que calculava, simboliza essa posição do educador: o personagem é um árabe, não um europeu ou grego; é um homem do povo, não um califa; viveu em uma aldeia, não na cidade; é um empregado, um pastor, não o dono das terras.

Propostas Didáticas

Malba Tahan questionava o modo de ensinar Matemática de sua época, propunha novas alternativas para melhorar o ensino do conteúdo. Foi pioneiro no uso didático da História da Matemática; no ensino baseado na resolução de problemas não-mecânicos; na exploração didática de jogos e curiosidades matemáticas, e no uso de material concreto no ensino de Matemática. Insistia que devemos ensinar para a vida e não para os exames. Ressaltava que os professores

devem procurar conhecer os alunos, saber o que ensinar, como ensinar e para que ensinar. Ele em seu livro *Antologia da Matemática* esclarece sua posição sobre o ensino de Matemática:

“Muitos professores, dedicados e eficientes, orientam os seus trabalhos de classe na ilusão de que devem ensinar o difícil (que não tem aplicações) a fim de que os estudantes aprendam bem o simples, o fácil (que tem aplicação). Essa maneira de encarar o ensino da Matemática é antididática e errônea. Deve-se ensinar bem o fácil, o que é básico e fundamental; insistir nas noções conceituais importantes; obrigar o estudante a ser correto em sua linguagem; seguro e preciso em seus cálculos; impecável em seus raciocínios. É um crime, porém, atormentar o aluno com teorias inúteis, difíceis ou trabalhosas. As teorias complicadas e obscuras fazem nascer no espírito do aluno verdadeira aversão e intolerância pela Matemática”. (1964, p.194).

Os livros didáticos de Mello e Souza vão romper com as abordagens até então proporcionadas pelos livros didáticos da época para o ensino da Matemática. Neles aparecem desenhos, história da matemática e exercícios que procuram em seus enunciados aproximar-se da realidade dos alunos. No livro *Exercícios de mathematica – 5º anno* (1ª edição. Francisco Alves, 1933) registra-se, na introdução, a posição dos autores sobre a função didática dos exercícios de Matemática:

“... Evitamos sistematicamente os exercícios enfadonhos, trabalhosos e os detestáveis quebra-cabeças. Só mesmo os que cultivam o algebrismo árido e pesado é que podem apreciar os problemas complicados, que menos parecem questões de Mathematica do que charadas maninhas a decifrar...” (Mello e Souza; Thiré e Euclides Roxo, p. 6)

Malba Tahan, mostrando sua ousadia pedagógica, criou e foi professor no Instituto de Educação do RJ de uma nova disciplina: A Arte de Ler e Contar História. Escreve também um livro com o mesmo nome, onde conceitua e discute o tema.

Malba Tahan descreve em vários livros as características que em sua concepção fariam de uma pessoa um bom professor, principalmente em *Roteiro do bom professor*, *Didática da matemática* e *A arte de ser um perfeito mau professor*.

Para o autor de *O Homem que Calculava*, despertar a simpatia pela Matemática é uma das finalidades dos jogos em sala de aula. Jogos e desafios são

umas das melhores formas de propor problemas e são recursos didáticos que ajudam a desenvolver o raciocínio lógico-matemático, a criatividade, a autonomia, a persistência, a concentração, estimulam a curiosidade, o senso cooperativo, e são um dos melhores métodos para a aprendizagem para a vida.

Malba Tahan defendia a criação de laboratórios de matemática como espaço para experimentação e concretização do ensino-aprendizagem. Com o laboratório, a investigação e a prática serão incentivadas, fazendo a ligação de conteúdos com situações reais. Construir saberes através da experiência é uma das finalidades do laboratório. O aluno, se levado a partir da prática a “inventar” conceitos matemáticos, terá o prazer da “descoberta”, que é um dos melhores fatores para a motivação de continuar estudando e pesquisando.

Mais uma vez sendo vanguarda, ele não dava zero em suas avaliações. Ainda utilizava as provas para fazer dos “erros” um instrumento de aprendizagem. Depois de corrigidas, ele as devolvia aos alunos para justificar os “erros”, e com os esclarecimentos dos estudantes a nota era aumentada.

Em 1961 já defendia o uso de calculadora: *“A generalização das máquinas de calcular tornou inteiramente obsoletas essas provas das operações”* (1965, p.130). Argumentava que com o uso da calculadora o professor poderia dedicar-se mais a outros pontos da Matemática.

Nos livros: *Didática da Matemática, vol. I e II*, Malba Tahan classificava em 3 os métodos de ensino da Matemática: clássicos (métodos expositivos), obsoletos (método do ditado; da leitura e da lição marcada) e progressistas (método heurístico; do estudo dirigido; do laboratório; da preleção mista; eclético -com apontamentos livres- e eclético -com caderno dirigido-). No livro *O professor e a vida moderna*, ele argumenta em favor do método dos jograis com caderno dirigido.

Malba Tahan falando das dificuldades de implantar novas metodologias no ensino cita os diretores como um dos responsáveis: *“Os diretores, em geral, não querem saber de inovações no ensino. (...). Qualquer inovação, pedida pelo professor, exige despesas extraordinárias(...).”* (1965, p.16). Para ele uma das dificuldades de combater o “algebrismo” é a rotina: *“o algebrismo conta, realmente, com uma aliada muito forte e obstinada: a Rotina”*.(1965, p. 137). Com relação à modificação na atuação do professor Eliane Scheid Gazire, em sua tese de doutorado, sintetiza:

“O maior adversário para qualquer alternativa de mudança na atuação do professor é a extrema simplicidade de seu trabalho na sala de aula.

Nesse, ele cuida de apenas quatro variáveis:

- a) declamar e escrever o texto do conteúdo;*
- b) cuidar para que se façam ordem e silêncio na sala;*
- c) levar os alunos a treinarem o que ele declamou;*
- d) cobrar do aluno a repetição daquilo que declamou” (2000, p. 21).*

Considerações Finais

*“Júlio César de Mello e Souza deixou,
em sua época, um marco de perseverança,
esperança, sabedoria, experiência e
resistência, que hoje, direta ou indiretamente,
se reflete na Educação Matemática Brasileira”*

*-Cristiane Coppe de
Oliveira-*

A visão didática de Malba Tahan é moderna e destaca-se pela adoção de uma linguagem mais popular, linguagem de quem viveu a experiência, por 60 anos, em sala de aula, do primário à universidade. Sua teoria é uma reflexão, de sua própria prática, transformada hoje em teoria moderna e que pode influenciar-nos em nossa prática pedagógica. Podemos dizer que Mello e Souza fazia prática da teoria e teoria da prática.

Concordamos com a fala do professor Antônio Lopes, Bigode, citada no artigo de Luiza Villamea: *“Ele estava muito além de seu tempo (...) O resgate da sua didática pode revolucionar o ensino”* (1995, p.12).

A fantasia, a criatividade e a imaginação são os principais elementos de seu método de ensino, surpreendentemente inovadores em sua aplicação para o ensino de Matemática.

Para nós, Ubiratan D'Ambrosio sintetizou o que representa a trajetória do educador Júlio César de Mello e Souza: *“Um exemplo de alguém que foi capaz de fazer da matemática um veículo de ensinamentos superiores de moral, de amor e de respeito pelo diferente foi Malba Tahan”.* (1995, p.13).

Malba Tahan foi um matemático? Não temos resposta. Agora educador matemático foi, e é um dos mais atuais. Com fantasias, curiosidades, tornou a

matemática mais popular e humanizada, ajudando a desmistificar sua imagem de uma disciplina dura e sem vida.

Malba Tahan nos mostra que é possível transformar o ensino de Matemática em uma atividade útil, viva, alegre, eficiente e principalmente prazerosa. E que é possível conquistar o aluno e levá-lo a se apaixonar por matemática.

Malba Tahan foi mais que Um Homem que Calculava, foi Um Homem que Educava.

Bibliografia

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática – terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Educação Matemática: Da teoria à prática. 6ª ed. Campinas: Papirus, 1996.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Etnomatemática: Elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica, 2001.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Entrevista. Educação Matemática em Revista, nº 7. São Paulo: SBEM, 1999.

FILHO, Otavio Frias. Lenda Pessoal. A Notícia, Blumenau, 8 abril 1999. Disponível em: <<http://www.na.com.br/1999/abr/08/0opi.htm>>. Acesso em: 10 julho 2001.

FIORENTINI, Dario. Alguns modos de ver e conceber o ensino da Matemática no Brasil. Revista Zetetiké, nº 4. Campinas: UNICAMP, 1995.

GAZIRE, Eliane Scheid. O não resgate das Geometrias. 2000. Tese Unicamp, Campinas. LOPES, Maria Laura Mouzinho Leite. Entrevista. Educação Matemática em Revista, nº 8. São Paulo: SBEM, 2000.

LORENZATO, Sérgio. Um (Re) encontro com Malba Tahan. Revista Zetetiké, nº 4. Campinas: UNICAMP, 1995.

OLIVEIRA, Cristiane Coppe de. Do menino “Julinho” à Malba Tahan: uma viagem pelo Oásis do ensino da matemática. 2001. Dissertação UNESP, Rio Claro, 2001.

SILVA, Clóvis Pereira da. A Matemática no Brasil: Uma história de seu desenvolvimento. São Leopoldo: Unisinos, 1999.

SOUZA, Júlio C. de Mello e. Meu Anel de Sete Pedras. 2ª edição. São Paulo: Record, 1998.

SOUZA, Mello e; ALBUQUERQUE, Irene de. Diário de Lúcia: Matemática e linguagem 4º ano primário. 10ª edição. Rio de Janeiro: Getulio Costa, 1955.

SOUZA, Mello e; THIRÉ, Cecil; ROXO, Euclides. Curso de mathematica: 4º anno. 2ª ed. São Paulo: Francisco Alves, 1934.

TAHAN, Malba; ANTAKIEH, Eva. Ainda Não Doutor!. Rio de Janeiro: Conquista, 1967.

TAHAN, Malba. Didática da Matemática: vol. 1. 3ª edição. São Paulo: Saraiva, 1965.

TAHAN, Malba. O Homem que Calculava. 41ª edição. Rio de Janeiro: Record, 1995.

TAHAN, Malba. O Professor e a vida moderna: casos, contos e comentários. 1ª edição. Rio de Janeiro: Vecchi, 1967.

VALENTE, Wagner Rodrigues. Uma história da matemática escolar no Brasil, 1730-1930. São Paulo: Annablume, 1999.

VILLAMEA, Luíza. Malba Tahan: O genial ator da sala de aula. Nova Escola. S.P. 1995.

1204RE MODELAGEM E HISTÓRIA DA MATEMÁTICA – ONDE SE ENCONTRAM?

Lourenço de Lima Peixoto¹

Arlindo José Souza Júnior²

RESUMO

Nesse relato de experiência, pretendemos realizar algumas reflexões sobre como os saberes docentes sobre um resultado matemático do italiano Bonaventura Cavalieri (1598-1647) influenciam o processo de ensinar e aprender matemática na Educação Básica.

Este estudo será dividido em três momentos: História da matemática; Cálculo da área do círculo na oitava série e Cálculo do volume da esfera no ensino médio. Concomitantemente far-se-á uma breve reflexão sobre o Princípio de Cavalieri.

Na História da Matemática encontra-se o matemático Cavalieri cujos estudos se basearam no princípio dos indivisíveis: *“retas são compostas por um número infinito de pontos, superfícies planas ou áreas são compostas por um número infinito de retas paralelas e sólidos compostos por um número infinito de superfícies planas paralelas”*. Deparamos aqui com uma Modelagem Matemática que se tornou importante ferramenta para o cálculo de áreas e volumes.

Em alguns livros didáticos não encontramos uma explicitação clara sobre como este “princípio” está sendo utilizado. Por um lado alunos de oitava série apresentam grande dificuldade em compreender o cálculo da área do círculo em comparação com outras figuras planas, como foi observado no trabalho educativo em uma escola. Por outro lado no ensino médio o cálculo do volume da esfera é obtido usando-se o *Princípio de Cavalieri* e esse “princípio” é utilizado numa maçante demonstração para os alunos.

Encontra-se na história uma inteligente modelagem que tornou-se suporte para muitos estudos.. Nossas reflexões nos levaram a discutir que um resgate histórico desse princípio pode contribuir para que o professor possa trabalhar com a modelagem matemática na aprendizagem de seus alunos.

¹ Aluno do Curso de Graduação em Licenciatura em Matemática –UFU- Uberlândia- MG

² Professor da Faculdade de Matemática e do Programa de Pós- Graduação em Educação -UFU- Uberlândia- MG

1205CC RESGATE HISTÓRICO: ALTERNATIVA NA CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE NUMERAÇÃO DECIMAL

Estefânia Fátima Duarte¹

RESUMO

Este trabalho propõe a construção do Sistema de Numeração Decimal Posicional, a partir do resgate histórico da elaboração de um sistema de numeração pela humanidade e do uso do ábaco vertical por crianças do pré-escolar (3º período da Educação Infantil). Vivenciar os passos que a humanidade trilhou na construção de um sistema simbólico para registro de quantidades, levou as crianças a compreenderem a importância de se ter e de se conhecer a convenção social para representação de quantidades. Trabalhar registros de quantidades advindas de uma situação real usando o ábaco como recurso, propiciou uma aprendizagem significativa da escrita dos numerais e a compreensão das regras que possibilitam a escrita numérica de qualquer quantidade no Sistema de Numeração Decimal Posicional.

¹ Professora da UEMG/FUNEDI Mestranda em Educação pela UNINCOR
estefania@funedi.edu.br

Introdução

Este artigo tem como objetivo apresentar a pesquisa desenvolvida numa turma de doze alunos do 3º período da Educação Infantil (antigo pré-escolar), sobre as possibilidades de construção do Sistema de Numeração Decimal Posicional, a partir do resgate histórico da elaboração de um sistema de numeração pela humanidade e do uso do ábaco vertical.

A pesquisa esteve sob a minha orientação e foi desenvolvida na turma pela professora Soraya M. O. Schmditt. Realizamos diversos encontros em que decidíamos quais as atividades seriam trabalhadas. A professora Soraya aproveitava o momento para expor as atividades já realizadas pelas crianças, seus avanços e dificuldades.

Nossos encontros foram gravados em fita cassete, sendo que a professora fotografou algumas atividades que os alunos realizaram e coletou alguns registros escritos dos mesmos. Esse trabalho desenvolveu-se no período de março a outubro de 2002.

Consultando Autores

Constance Kamii (2001), afirma que a construção do número² deverá ser o principal objetivo para a aritmética das crianças escolarizadas de 4 a 6 anos, tornando esse assunto de extrema importância para a Educação Infantil.

Para Piaget (apud KAMII, 2001), número é a síntese entre as relações de ordem e inclusão hierárquica elaboradas pela criança ao colocar os objetos em qualquer tipo de relação. Para contar, a criança deve colocar os objetos numa certa ordem, mentalmente, garantindo assim, que não saltará nenhum ou contará um mesmo objeto duas vezes. Ao quantificar objetos ela deverá incluir um em dois, dois em três, etc. Portanto, só quantifica numericamente se puder colocar os objetos numa relação de ordem e inclusão hierárquica ao mesmo tempo.

A criança constrói o número ao colocar todos os tipos de objetos em todos os tipos de relações. Portanto, a criança ao contar uma seqüência de objetos: “um”, “dois”, “três”,... poderá apenas estar repetindo uma ordenação de palavras sem

² Para melhor compreensão do leitor, esclareço que neste trabalho considero número como a idéia matemática que expressa quantidade e numeral como o símbolo usado para representar essa quantidade.

significado. A construção do número não se dá ao quantificar objetos, mas sim, nas relações que serão estabelecidas com esses objetos.

O professor deverá ficar atento às possibilidades que emergirão em sala de aula. Por exemplo, na distribuição de materiais poderá solicitar à criança que vá ao armário e pegue 2 lápis para cada colega ou problematizar, dizendo que deseja distribuir esse certo número de lápis aos alunos de modo que cada um fique com a mesma quantidade. Solicitará que contem quantos alunos há na sala. Quantas meninas? Quantos meninos? Há mais meninas ou meninos? Caberá ao professor não interferir nas estratégias usadas pelas crianças. No primeiro exemplo, a criança poderá ir ao armário e pegar um lápis de cada vez e entregar aos colegas. Depois que todos ganharem, ela retorna entregando outro lápis.

Assim, o professor estará estimulando a criança a pensar ativamente e autonomamente. Mas, ele deverá ter o cuidado de propor atividades que sejam significativas para a criança, sem horário pré-determinado, encorajando-as *“a pensar sobre quantidades quando sentirem necessidade e interesse”*. (KAMII, 2001:48)

Constance Kamii estabelece para os professores alguns princípios de ensino: *“encorajar a criança a estar alerta e colocar todos os tipos de objetos, eventos e ações em todas as espécies de relações”, “encorajar a criança a quantificar objetos logicamente e a comparar conjuntos (em vez de encorajá-la a contar)”*. (KAMII, 2001: 42-3) Tais princípios nos chamam a atenção pois, sempre começam com o verbo encorajar, levando-nos a refletir que a criança constrói o número e que ao professor não pertence a tarefa de ensinar número. Ele apenas irá propor atividades que estimulem o pensar autônomo da criança.

Somente depois de garantido a construção da idéia de número é que o professor promoverá o conhecimento da escrita dos algarismos indo-arábicos³ e a apropriação do Sistema de Numeração Decimal. Tal idéia se justifica ao acreditarmos que uma aprendizagem significativa ocorre *“quando um indivíduo consegue relacionar uma nova informação a algum aspecto relevante, já existente, em sua estrutura de conhecimentos”*. (RABELO, 1996:47)

Considerando que um conhecimento é construído dando-lhe significado, todo o trabalho sobre a escrita dos algarismos e a compreensão do Sistema de Numeração Decimal deve partir de situações-problema, como por exemplo, através

³ Algarismos indo-arábicos: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

de jogos. No jogo de boliche, por exemplo, a criança registrará as garrafas derrubadas usando sua própria estratégia.

É imprescindível que a criança reconheça a necessidade de uma convenção social para o registro de contagens. Como poderá haver entendimento entre as pessoas se cada uma optar por fazer registros de forma pessoal?

A humanidade, nos seus primórdios, tentou registrar quantidades usando objetos ao seu alcance (pedras). Dado à dificuldade de registro, caminhou em direção a fazer entalhes em ossos de animais. Porém, os homens usavam a correspondência um a um para o registro, dificultando a representação de quantidades maiores. Nesse caminhar evolutivo, na busca de um processo de registro menos complexo, os homens chegam a um nível mais profundo de abstração, ao proporem que um símbolo registrasse vários objetos contados. Com o surgimento do comércio, a representação de quantidades era interpretada por qualquer um. Surge então, a necessidade de uniformizar os símbolos, possibilitando assim, a comunicação.

Sabe-se que a elaboração de símbolos para registrar quantidades, surgiu em várias partes do mundo, às vezes em tempos diferentes, mas mantendo uma linearidade em que o objeto é representado por um símbolo numa relação biunívoca e, com o caminhar evolutivo do homem, passou-se a utilizar um símbolo para representar vários objetos. Os símbolos escolhidos dependiam da cultura do povo. Para representar 10 objetos contados, por exemplo, a civilização Egípcia optou por n , a Romana por X , a Maia por $=$ e a Indiana usava o 10.

Evidencia-se que a invenção de símbolos para registrar quantidades é uma criação humana, e portanto, cultural.

A Proposta de Trabalho

Focalizaremos a escrita dos algarismos indo-arábicos por serem os usados atualmente, na sociedade ocidental. A inserção nessa dimensão simbólica torna-se necessária por sua presença nos diversos contextos em que estamos imersos. Mas, nesse processo de ensinar uma convenção social, o professor deverá tornar esse ensinamento significativo, ligado-o às situações cotidianas da criança.

A compreensão de que um símbolo como o 9 representa vários objetos, como exemplo, ? ? ? ? ? ? ? ? é de extrema complexidade para a criança.

Reforçamos o alerta de que ensinar à criança da Educação Infantil os algarismos deve ser precedido de um planejamento e da certeza de que o aluno já se apropriou da idéia de número.

É importante que o professor possibilite ao aluno o (re)viver das experiências da humanidade na construção de um sistema de numeração possibilitando o registro de grandes quantidades de forma menos complexa do que colocar pedras, uma a uma, em um saco.

Nesse contexto, fica evidenciada a importância da história da Matemática que possibilita a compreensão de que o conhecimento matemático não é fruto do acaso e nem mesmo, privilégio de uma mente brilhante, mas, de que foi elaborado através da prática humana, possibilitando à criança a elaboração do conceito, através da exploração e atuação sobre os objetos do conhecimento.

Edmar Rabelo (1996), confirma tal idéia ao dizer que *“a conceitualização se desenvolve no processo de incorporação da experiência geral da humanidade, mediada pela sua prática social num contexto sócio-histórico”*. (RABELO, 1996:43)

Portanto, na busca de uma aprendizagem significativa, deve-se primeiramente, propor situações à criança para que ela se convença da necessidade de uma convenção social para registrar quantidades, despertando nela o interesse em saber qual é a convenção que usamos.

Num segundo momento, deve-se trabalhar a estrutura mental da criança no sentido de que ela perceba que um grupo de objetos podem ser representados por um outro objeto. Nessa fase, os jogos de troca são importantes. Combinar com as crianças que três palitos verdes devem ser trocados por um palito azul, que três palitos azuis devem ser trocados por um vermelho, que três palitos vermelhos devem ser trocados por um amarelo, e assim, o professor estabelece com a turma os combinados de troca de acordo com os seus objetivos. Devem-se trabalhar diversas bases inclusive a base 10, sem no entanto, entrar com denominações de unidades, dezenas e centenas. O professor deve propor a reversibilidade do pensamento, solicitando à criança que ao final das trocas se ficou com um palito vermelho e dois palitos azuis, faça o movimento inverso descobrindo quantos palitos verdes tinha.

Outra atividade significativa é a brincadeira dos dedos. O professor deverá solicitar que duas crianças se posicionem à frente da turma. Combinará com elas que ele contará os objetos e que a cada um contado, a criança da esquerda

levantará um dedo. Quando ela estiver com os dez dedos levantados, deverá a colega da sua direita levantar um dedo, e ela abaixará os seus. Continuando a contagem, quando novamente a criança da esquerda estiver com os dez dedos levantados, a colega levantará o segundo dedo. Como podemos observar, estaremos trabalhando a regra fundamental do Sistema de Numeração Decimal, que dez unidades de uma ordem representam uma da ordem imediatamente superior.

Todas as atividades devem ser desenvolvidas a partir de uma situação real. Por exemplo, num jogo de dado, a criança pegará o número de palitos determinado pela jogada do dado. Não é preciso preocupar com uma ordem ascendente de valores, pois ao considerarmos a vida cotidiana, a necessidade de registro de quantidades não aparece numa ordem pré-estabelecida, portanto, trabalhar os numerais a partir de uma ordem não tem significado para as crianças. A preocupação com essa ordenação é uma questão válida apenas para o professor, pois auxilia-o na organização de seu trabalho pedagógico. Pode-se por exemplo, trabalhar com a idade das crianças ou o dia de seu aniversário.

Em qualquer atividade é necessário que as crianças se interajam, socializando suas descobertas e dúvidas. Isto possibilitará que o próprio colega, numa linguagem acessível, faça as intervenções que auxiliarão na construção do conhecimento.

Tal iniciativa retira do professor o poder que durante décadas pensou ter, por achar que era o único detentor de saberes. Evidenciamos nesse trabalho, que o conhecimento é construído nas relações estabelecidas, e que essas podem ocorrer até mesmo entre as crianças.

Tal visão propicia também, um olhar construtivo sobre o erro pois, nesse processo não há um erro para ser corrigido pelo professor. Há formas de pensar que devem ser expressas e discutidas para serem clareadas e então, melhor compreendidas.

Dessa forma, a criança não preocupa com a resposta certa, aquela esperada pelo professor, e que lhe dará a aprovação do mesmo, mas sim, com a coerência e clareza do seu pensamento.

Assim, a apresentação dos algarismos indo-arábicos deve ocorrer de forma também significativa. Para tanto, usamos o ábaco vertical, pois esse instrumento possibilita que a criança veja os numerais da forma que se escreve. Cria-se uma situação em que uma quantidade seja destacada. Nesse primeiro momento deve-se

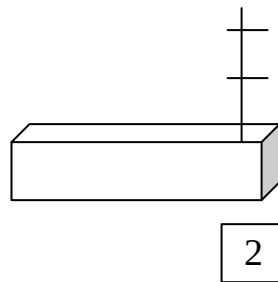
trabalhar com valores de um a nove. Aqui também não há a necessidade de se preocupar com a ordem numérica, pois o objetivo é o conhecimento dos símbolos numéricos.

Cada grupo de alunos deve ter seu ábaco e fichas em branco sobre a carteira. O professor também terá o seu e suas fichas conterão os numerais de 0 a 9. Após a determinação da quantidade que será trabalhada, conta-se as argolas colocando uma a uma no ábaco. Deve-se ter o cuidado de pedir à criança para começar a colocar as argolas no bastão que está à direita no ábaco. Se possível, o ábaco deverá nesse momento apresentar apenas um bastão.



Sobre a mesa do professor terá fichas com os algarismos de zero a nove. O professor deverá perguntar à turma se alguém sabe qual é o símbolo que nós usamos para registrar a quantidade que está no ábaco. A criança que se dispuser deverá vir nas fichas do professor e escolher uma. O professor socializará com a turma a escolha da criança. Esse momento de socialização é importante pois, se a criança escolher o símbolo errado o professor não precisará corrigi-la dando-lhe a idéia de fracasso. Os próprios colegas farão a intervenção na busca do símbolo correto. Aí então, o professor colocará a ficha na frente do ábaco.

Após decidirem qual é o símbolo, o professor deverá solicitar à criança que queira, vir desenhá-lo no quadro. Logo após, o professor também irá desenhá-lo no quadro, pedindo às crianças que desenhem em uma de suas fichas em branco que estão sobre a carteira.



A proposta de iniciar o trabalho pelos números diferentes de zero apoiá-se na convicção que temos da falta de significado dessa quantidade para as crianças. A humanidade começou a pensar nos números e na sua representação simbólica quando sentiu necessidade de registrar quantidades, portanto, não é significativo contar e registrar a quantidade daquilo que não se tem. Por isso, o homem durante séculos não teve que se preocupar em criar um símbolo para registrar a quantidade zero.

A necessidade de se criar um símbolo para o zero aconteceu muito tempo depois, e só surgiu, na civilização hindu, que usava um sistema decimal. O zero surge então, como representação de uma ordem que não tem elementos. Na história, o homem ao representar por exemplo 104 cavalos, deixava um espaço entre o um e o quatro 1 4 indicando que a ordem das dezenas não havia elementos. Mas há de se concordar que este espaço é muito relativo e que deve ter provocado muita confusão, 1 4 é 14? É 104? É 1004? Daí então, o homem criou um símbolo para indicar a ausência de elementos numa ordem. Mas, o símbolo que ficou foi o que representa um ovo de ganso. Dizem que alguém assim pensou: “o ovo é pequeno mas nele tem tudo o que é necessário para se ter a vida. O zero também é o nada que tem tudo.” Assim, se desmistifica a idéia de que o zero é nada. Sem ele não haveria o sistema de numeração decimal, pois possibilitou representar uma ordem que não possuía elementos.

Mas, a pergunta que fica deve ser: como então introduzir o conceito e a respectiva representação para o zero? A proposta que ora apresentamos, propõe um resgate histórico da experiência da humanidade, então, após a apresentação dos algarismos de 1 a 9 o professor deverá estabelecer um combinado com a turma de que em cada bastão, só poderão ser colocadas 9 argolas, dez ou mais não pode. Aí o professor estabelece uma situação em que deverá ser registrada no ábaco a quantidade 10. Quando os alunos colocarem dez argolas no bastão, o professor deverá lembrar que 10 não pode. Nesse momento espera-se que as

crianças busquem as atividades já trabalhadas, como os jogos de troca e a brincadeira dos dedinhos, para proporem trocar as 10 argolas por uma que será colocada num bastão à esquerda do primeiro. Se necessário, o professor deverá fazer intervenções que levem às crianças a tal iniciativa.

Aí retornando aos passos, deverá pedir a uma criança que busque nas fichas sobre a sua mesa aquela que represente a quantidade registrada. Caso a criança pegue o numeral 1, o professor deverá lembrá-los, representando no ábaco essa quantidade. A criança ao buscar outra ficha perceberá que a única ainda não utilizada é a do zero. O trabalho deverá encaminhar-se para a criança usar a ficha com o zero para representar a unidade e o um para representar a dezena.

Conhecidos os algarismos de 0 a 9 o professor deverá continuar a atividade registrando outras quantidades, usando apenas as dezenas e unidades.

Depois poderão ser trabalhadas as denominações de unidades e dezenas, considerando o significado das palavras.

Nesse momento, vale ressaltar alguns pontos:

- Não se deve trabalhar vários numerais no mesmo dia, a não ser que o professor perceba que há o interesse das crianças e que elas estão aptas para tal situação.
- Após apresentado um numeral para a turma, nos dias subsequentes, o professor deverá promover atividades significativas que trabalhem aquela quantidade e seu registro. Podem-se usar jogos, pesquisa em jornais, desenhar o numeral no chão e caminhar sobre ele no sentido em que ele é escrito, etc.
- Primeiramente o professor deverá fazer o registro no ábaco e na ficha da criança. Depois, que a criança tiver todos os numerais registrados em suas fichas, a atividade deverá seguir a seguinte seqüência: ábaco – pegar a ficha correspondente – registrar no caderno. Com o passar do tempo, após a avaliação do professor de que a criança não precisa mais de concretizar no ábaco, ele o retirará da atividade. Lembrando que sempre que a criança apresentar dificuldades poderá retornar a esse instrumento.
- Ao registrar a quantidade no caderno, é muito comum as crianças desenharem o ábaco com as argolas. Nada impede que a criança use esse registro, porém, o professor deverá promover situações que a levem a registrar apenas o numeral. O jogo, por exemplo, que apresenta diversas

rodadas, em que a criança deverá representar o que ganhou em cada uma, é uma boa atividade.

- É importante que a cada atividade as crianças socializem o que fizeram.

Construindo Resultados

Num primeiro momento, a professora contou vários objetos e pediu às crianças para registrarem essa quantidade usando as tampinhas que estavam sobre a carteira. Todos buscaram fazer o registro usando uma tampinha para cada objeto contado. Aconteceu que algumas perderam a contagem e outras acabaram deixando as tampinhas se misturarem ou caírem no chão impossibilitando o registro da contagem.

Comentário: O transtorno causado pelo uso das tampinhas (material concreto) é importante, pois leva a criança a perceber que usar material concreto para registrar quantidade não é uma boa opção.

Em um outro momento, a professora sugeriu que as crianças registrassem a quantidade de elementos contados por ela usando desenhos em uma folha. As crianças optaram por bolinhas fazendo também uma correspondência biunívoca. Apenas o Fabrício optou por pauzinhos. Ambas as atividades foram realizadas por diversas vezes.

Numa certa aula, a professora disse que iria contar 50 objetos. A turma, de modo geral, expressou que desenhar tudo isso era muito difícil.

COMENTÁRIO: Eles já começaram a perceber que desenhar um símbolo para cada objeto era muito complexo.

Nos jogos de troca as crianças optaram por registrar a quantidade que tiravam, desenhando o próprio objeto. Depois, logo abaixo registraram o que ficou após as trocas. A professora ficou surpresa quando, numa rodinha, propôs que eles fizessem o inverso, e oralmente, eles deram a resposta esperada. Nessa atividade a criança jogava o dado e pegava o número correspondente de peças.

Professora: Silas, você já pode trocar?

Silas: Posso.

Professora: Por quê?

Silas: Eu já tenho nove e nove é mais do que sete. Vai sobrar 2. (a base trabalhada nessa atividade era o sete).

A professora percebeu que algumas crianças jogavam o dado, pegavam as peças e as contavam. Quando dava sete já propunham fazer a troca.

Professora: Válber, você já pode trocar?

Válber: Não.

Professora: Por quê?

Válber: Porque eu só tenho seis.

Professora: E seis não pode trocar?

Válber: Não, eu só posso trocar quando tiver sete.

Professora: Quantos faltam então?

Válber: Falta um.

Comentário: essa atividade é muito significativa para a compreensão de que o nosso sistema de numeração é decimal.

A professora fez a brincadeira dos dedos. Expressou que os alunos não tiveram dificuldade e que eles gostavam muito de realizá-la.

Iniciou-se o trabalho com o ábaco. Primeiramente, registrou no ábaco o número um. Registraram de um a sete na primeira aula. Os alunos que vieram à mesa escolher a ficha com o símbolo que representava a quantidade registrada no ábaco, acertaram.

Ao escreverem o numeral em suas fichas, algumas crianças escreveram espelhado. Logo após trabalhar o numeral, a professora deu as atividades de andar sobre o numeral e desenhar no ar. Na próxima aula, ela apresentou os numerais 8, 9 e 10. Ao registrarem 10 argolas aconteceu o seguinte diálogo:

Professora: Dez não pode ficar e aí?

(os alunos não sabiam o que fazer. Tiravam todas as argolas do bastão).

Professora: E se nós tirarmos todas as argolas e colocar uma na casa do vizinho? Como será que fica? Vamos tentar fazer?

(os alunos seguiram a sugestão da professora)

Professora: Quantas argolas têm aqui? (apontando a ordem das dezenas)

Crianças: Uma.

Professora: Vamos colocar a ficha que representa o um?

(As crianças pegaram o um e colocaram na frente do bastão).

Professora: E aqui, quantas argolas têm? (apontando para as unidades).

Crianças: Nenhuma.

Professora: Qual ficha vamos colocar aqui?

Crianças: O zero.

(As crianças colocaram o zero na frente da ordem das unidades).

Professora: Que numeral é este?

Crianças: O dez

(a professora realizou com as crianças a brincadeira dos dedinhos antes de representar o dez no ábaco, para favorecer a compreensão das crianças).

Comentário: a professora ao avaliar o trabalho desenvolvido expressou que a brincadeira dos dedinhos muito contribuiu para a compreensão de que o nosso sistema é decimal. Mesmo necessitando da intervenção da professora, as crianças compreenderam qual a finalidade do zero e que o um da dezena vale 10 unidades.

Logo em seguida, a professora construiu os numerais de 11 a 20. Ela nos contou que na hora das crianças registrarem no calendário o dia, como por exemplo, o doze, elas faziam no ábaco e davam para ela o numeral 12.

Comentário: ao finalizar a pesquisa, a professora expressou a sua alegria ao constatar que todos os seus alunos já reconhecem e escrevem os algarismos. Para ela, essa constatação foi muito importante, pois o que a motivou a participar da pesquisa foi a sua queixa de que as crianças sabiam contar, mas, não reconheciam e nem sabiam escrever os numerais.

Considerações Finais

Esse trabalho buscou compreender as possibilidades de construção do Sistema de Numeração Decimal Posicional, a partir do resgate histórico da

elaboração de um sistema de numeração pela humanidade e do uso do ábaco vertical por crianças do 3º período da Educação Infantil.

Vivenciar os passos que a humanidade trilhou na construção de um sistema simbólico para registro de quantidades, levou as crianças a compreenderem a importância de se ter e de se conhecer a convenção social para representação de quantidades. Trabalhar registros de quantidades advindas de uma situação real usando o ábaco como recurso, propiciou uma aprendizagem significativa da escrita dos numerais e a compreensão das regras que possibilitam a escrita numérica de qualquer quantidade no Sistema de Numeração Decimal Posicional.

Esse trabalho propiciou-nos uma aproximação maior do pensamento da criança e a compreensão de que o professor deve buscar entender esse pensamento que é muito diferente do seu.

Essa pesquisa possibilitou também, reafirmar a importância da História da Matemática na construção do conhecimento matemático, pois essa, permite ao aluno uma retomada histórica do conceito, revivendo as experiências de seus antepassados e relacionando-as com a sua vida e com as outras áreas do conhecimento, contribuindo assim, para a formação de um cidadão consciente de seu papel social e que vê a Matemática como um instrumento de decodificação e compreensão do mundo, possibilitando então, uma ação sobre o mesmo.

É importante considerar, que o professor não pode se limitar apenas a contar fatos e cobrar dos alunos que memorizem nomes e datas. O professor terá que revelar a história como obra do homem, possibilitando ao aluno relacionar os conceitos e processos do passado com o presente.

Não poderia deixar de agradecer à professora Soraya M. O. Schmitt que aceitou participar dessa pesquisa, sempre disponível para os encontros em que discutíamos os avanços dos alunos e organizávamos o próximo passo a ser realizado e que também, se prontificou a fazer todos os registros necessários para a compreensão da questão a que nos propúnhamos.

Devo também agradecer às crianças Dian, Silas, José Luiz, Válber, Fabrício, Jéferson, Valdomiro, Kelly, Lorena, Viviene, Fernanda, Wesley que sem elas esse trabalho não teria sido possível. Sem os sorrisos, as conversas, os desenhos, a vontade de brincar e o desejo de aprender, nosso trabalho não teria alcançado os seus objetivos.

Esperamos ter contribuído para as pesquisas em Educação Matemática e para a prática de professores da Educação Infantil, e sonhamos que a partir desse trabalho, outros possam surgir...

Referências Bibliográficas

KAMII, Constance. *A criança e o número*. Trad. Regina A. Assis. 28ª ed. Campinas, SP: Papirus, 2001.

RABELO, Edmar Henrique. *Textos Matemáticos: Produção e Identificação*. Belo Horizonte, MG: Lê, 1996.

1206CC AS ABORDAGENS DO CONCEITO DE FRAÇÃO NOS LIVROS DIDÁTICOS DE MATEMÁTICA

Maria Imaculada de Souza¹

RESUMO

Esta pesquisa tem como finalidade investigar as abordagens do conceito de fração apresentadas nos livros didáticos de Matemática de 5ª série mais adotados nas escolas de Belo Horizonte, nas décadas de 60, 70, 80 e 90.

Estudamos como se deu a evolução do enfoque do conceito de fração nos livros didáticos, a fim de compreendermos um pouco mais sobre a dificuldade dos alunos na aprendizagem desse conteúdo. Acreditamos que a abordagem dada ao ensino do referido conceito pode dificultar ou facilitar a compreensão do mesmo pelos alunos. O livro didático é de fundamental importância na vida escolar dos alunos e é, também, na maioria das vezes, o único material que o professor dispõe para preparar suas aulas. Sendo assim, é um material que merece ser analisado, por indicar, provavelmente como era ensinado o conceito de fração nas referidas décadas.

Em cada livro, foi estudado o capítulo que trata do assunto “fração”, de acordo com:

- a linguagem que apresenta;
- a ilustração;
- a natureza (discreta ou contínua) das quantidades que se apresentam no estudo de fração;
- a presença de contextualização no estudo do conceito;
- a adequação das atividades apresentadas em cada capítulo.
- O rigor matemático apresentado nos textos

¹ UNI-BH

Introdução

Esta pesquisa tem como finalidade investigar as abordagens do conceito de fração apresentadas nos livros didáticos de Matemática de 5ª série mais adotados nas escolas de Belo Horizonte, nas décadas de 60, 70, 80 e 90.

Estudamos como se deu a evolução do enfoque do conceito de fração nos livros didáticos, a fim de compreendermos um pouco mais sobre a dificuldade dos alunos na aprendizagem desse conceito. Acreditamos que a maneira pela qual esse conteúdo é ensinado aos alunos pode dificultar ou facilitar a compreensão do mesmo. O livro didático é de fundamental importância na vida escolar dos alunos e é, também, na maioria das vezes, o único material de que o professor dispõe para preparar suas aulas. Sendo assim, esse é um material que poderá apresentar resultados interessantes ao ser analisado.

O critério adotado para a seleção dos livros didáticos de Matemática a serem pesquisados foi o de serem os mais adotados nas referidas décadas. Alguns autores estão presentes em várias décadas, por serem escritores tradicionais; outros, só aparecem em décadas mais recentes, e fazem parte dos escritores relacionados à Educação Matemática.

O fato de ter escolhido o assunto “fração” deve-se, principalmente, às observações trazidas das minhas experiências profissionais, que revelam não ter, a grande maioria dos alunos, a compreensão do que é uma fração, além de não perceber a fração como sendo um número como outro qualquer.

Através de quadros demonstrativos, apresentamos os livros estudados, bem como seus autores, ano de publicação e edição. Em cada livro, foi estudado o capítulo que trata do assunto “fração”, de acordo com:

- a linguagem que apresenta;
- a ilustração;
- a natureza (discreta ou contínua) das quantidades que se apresentam no estudo de fração;
- a presença de contextualização no estudo do conceito;
- a adequação das atividades apresentadas em cada capítulo.
- O rigor matemático apresentado nos textos

Diante dessa categorização, analisamos a visão da evolução do conceito de fração nas décadas em questão.

A representação operatória do conceito de fração

Os estudos de Piaget, Barbel Inhelder e A. Szeminska² sobre a medida e geometria métrica revelam, quando tratam do contínuo e das partições das superfícies, a existência de estágios sucessivos na elaboração das diferentes noções de frações, à semelhança do que ocorre com a conceituação de número. Condições inerentes à idéia de número também aparecem como primordiais para a formação do conceito de fração, como noção de conservação, o pensamento reversível e o nível operatório, juntamente com as condições mais específicas, dicotomia qualificativa, partição operatória, trissecação, etc.

Os autores observaram crianças de 2 a 10 anos, aproximadamente, focalizando o estudo das noções de frações como meio, terço, quarto, quinto e sexto, concluindo que cada uma dessas noções se constrói independentemente das demais, e a constatação de que existe um ciclo, mais ou menos definido, com comportamentos característicos, repetindo-se ao se elaborar cada uma dessas diferentes noções.

Em 1921, Piaget realizou uma investigação com crianças de 10 a 14 anos sobre o fenômeno da incompreensão de expressões partitivas, como “uma parte de” ou “algumas partes de”. Recolheu dados e chegou a conclusões sobre o desenvolvimento da noção de parte, quando relacionada com grandezas discretas e tratadas em nível de inteligência verbal, manipuladas, principalmente, sobre dados da memória e sobre a linguagem³.

Na pesquisa com grandezas contínuas, Piaget usou como materiais bolos e salsichas de plastilina, ou argila para modelagem, e figuras bidimensionais, de papel e tamanhos diversos. São bonecas representando os personagens a quem o material seccionado é atribuído, tesoura, lápis e palitos de fósforos, desenho ou indicação das partes. Interrogando crianças e com o auxílio desses instrumentos, Piaget encontrou recursos para caracterizar três estágios, no estudo de fração, e ainda situações intermediárias ou subestágios.

² PIAGET, INHELDER & SZEMINSKA (*apud* CAMPOS 1975: 14).

³ CAMPOS (1975: 15).

Cada estágio apresenta, no entanto, alguma especificidade quanto às reações das crianças, como é o caso do primeiro estágio, em que a criança, antes do fracionamento, pode apresentar uma reação bem elementar, qual seja, a de recusar-se a qualquer partição. Essa conduta é própria do primeiro estágio e de modo exclusivo com meios, sendo determinada pelo modo como a criança vê um contínuo.

Piaget situa cada estágio numa faixa de idade para a qual ele não estabelece limites fixos; relaciona sempre as aquisições dadas como próprias a um período, com aspectos da conservação do todo. Para exemplificar, o aspecto mais surpreendente das reações características das crianças de 2 a 4 anos e 6 meses – primeiro estágio – é a ausência de toda a consideração relativa à totalidade fracionada, como totalidade.

Para Piaget⁴, são necessárias sete condições para a existência matemática da fração. São elas:

- a) Existência de uma totalidade divisível.
- b) Exigência de um número determinado de parte.
- c) Esgotamento do todo.
- d) Relação entre o número de partes e o número de cortes.
- e) Igualização das partes.
- f) Conceptualização de cada fração, como parte de um todo e como um todo em si, susceptível de novas partições.
- g) Atendimento ao princípio da invariância: a soma das frações construídas é igual ao todo inicial.

Os livros pesquisados

No quadro a seguir relacionamos os livros pesquisados e seus dados principais e fizemos também uma caracterização, por década, da forma de apresentação dos mesmos.

Livros analisados					
Década	Capítulo analisado	Livro	Autor	Edição/Ano	Forma de apresentação

⁴ PIAGET (*apud* CAMPOS, 1975: 17).

60	Cap.VII-Frações ordinárias Cap.VIII- Operações com frações	Matemática	GALANTE, Carlos	1966	Os livros de década apresentam algumas características comuns como tamanho reduzido, capa dura e escrita na sua maioria em cor preta.
	Cap. VI-O conjunto dos números racionais	Matemática para a escola moderna	NETTO, Scipione di Pierro	2ª ed./1967	
	5 Parte – 16 Números Fracionários ou Frações	Matemática	OLIVEIRA, Mário de	1967	
70	Cap. XII-Número racional Cap.XIV- Operações com números racionais	Matemática- curso moderno	BÔSCOLO, Alcides CASTRUCCI, Benedito	1971	Na década de 70 livros já apresentam pouco maiores, com capa flexível, na maioria em cor preta na escola e o uso da cor preta na escrita ainda é expressivo com uma pequena iniciativa de mudança para a cor azul, em um conjunto de livros pesquisados.
	Cap.6 Números racionais	Matemática na escola renovada	NETTO Scipione de Pierro	4ª ed/1972	
	Cap. O conjunto Q	TD o trabalho dirigido no ensino da Matemática- curso moderno	NETTO Scipione de Pierro MUÑOZ, Aida F da Silva	4ª ed./1973	
	Números racionais	Matemática	SANGIORGI, Osvaldo	3ª ed./1979	
80	Cap.5 A forma fracionária dos números racionais	A conquista da Matemática	GIOVANNI, José Ruy CASTRUCCI, Benedito	1985	Nessa década livros começam ser apresentados em um tamanho maior, com cor preta.

	Cap. 6 Conjunto dos Números fracionários – representação na forma fracionária	Matemática	GIOVANNI, José Ruy PARENTE, Eduardo	1988	flexível, mas ainda mantém a mesma forma de letra e preta na escrita.
	Unidade IV Cap. 9 – Frações	Matemática Atual	BIGODE, Antônio José Lopes	1995	Na década de 90 mudança
	Unidade IV Capítulo 12- O que é Fração?	Matemática e realidade	IEZZI, Gelson DOLCE, Osvaldo MACHADO, Antônio	1996	apresentação dos livros é bastante significativa. E
	Cap. 5 Frações	Matemática	IMENES, Luiz Márcio LELLIS, Marcelo	1997	são bem mais grossos que décadas anteriores
90	Cap.V Números fracionários	Matemática conceitos e histórias	NETTO, Scipione di Pierro	1997	e na maioria são forma espiralada. apresentação
	Cap. 5 A forma fracionária dos números racionais	A Conquista da Matemática	GIOVANNI, José Ruy CASTRUCCI, Benedito GIOVANNI JR, José Ruy.	1998	escrita é bastante colorida e tamanho das letras também aumenta.

Categorias analíticas sobre o conceito de fração

Criamos um elenco de categorias a serem observadas, nos livros analisados. São elas:

- A. Linguagem
- B. Ilustração
- C. Contextualização
- D. Natureza (discreta – contínua)
- E. Adequação das atividades

F. Rigor matemático

A . Linguagem

Décadas	Usual	Simbólica	Técnica
60	A linguagem usual apresenta-se em todas as obras dessa década, de forma clara e adequada.	A linguagem simbólica está presente em todas as obras dessa época, de forma clara e adequada.	Presença da linguagem técnica em todas as obras, de forma clara, adequada e bem simples. ⁵
70	A linguagem usual está presente em todas as obras da década de 70, clara e adequadamente.	A linguagem simbólica aparece de forma correta e clara nas obras dessa década.	A linguagem técnica aparece de forma adequada, clara e bastante simples, nessa década.
80	A linguagem usual está presente nas obras dessa década de forma simples e adequada.	Presença da linguagem simbólica de forma clara e adequada	A linguagem técnica se apresenta de forma clara e adequada.
90	A linguagem usual se apresenta, em todas as obras dessa década, de forma clara e adequada.	A linguagem simbólica está presente em todas as obras de forma clara e adequada.	A linguagem técnica está presente nas obras dessa década, porém de forma diferenciada em algumas delas. ⁶

⁵ Observamos na obra de Carlos Galante, no capítulo estudado, uma simplicidade muito grande na utilização da linguagem técnica, o autor só se refere a leitura de frações com denominadores 2, 3 e 4.

⁶ Alguns autores utilizam a linguagem técnica de maneira confusa, dificultando o entendimento de instruções e de textos explicativos. Isso foi observado principalmente nos livros de Gelson Iezzi e de Scipione Di Pierro Netto.

B. Natureza

Década	Discreta	Contínua
60	Em nenhuma das obras aparece o tratamento de frações de quantidade discreta.	Todas as obras analisadas dão a noção de fração de quantidade contínua.
70	As obras analisadas não fazem referência à fração de quantidade discreta. ⁷	Todas as obras analisadas dão a noção de fração de quantidade contínua.
80	Nas obras que estão sendo analisadas, nessa década, não é dada a noção de fração de quantidade discreta.	Todas as obras analisadas dão a noção de fração de quantidade contínua.
90	Todas as obras fazem referência à fração de quantidades discretas, porém, ao apresentarem a noção de fração somente dois autores referem-se a essas frações antes apresentá-las nas atividades propostas.	Todas as obras analisadas dão a noção de fração de quantidade contínua.

⁷ Gostaríamos de ressaltar a presença de quantidades discretas apenas em alguns exercícios no final dos capítulos, sem muita expressão. Alcides Bôscolo e Benedito Castrucci apresentam um exemplo envolvendo quantidades discretas, porém, deixam a desejar quanto à compreensão, não apresentando sequer uma ilustração do exemplo.

C. Ilustração

Décadas	Desenhos	Figuras	Diagramas
60	Ausência de desenhos, na maioria dos livros ⁸	Todos os autores utilizam figuras geométricas para representar uma fração. Essas figuras se resumem em círculos e retângulos.	Ausência de diagramas, na maioria das obras analisadas. ⁹
70	Não há presença de desenhos, nos capítulos das obras analisadas.	Presença de figuras geométricas, retângulos e círculos em sua maioria.	Ausência de diagramas em todas as obras analisadas
80	Não há presença de desenhos, nos capítulos das obras analisadas.	Presença de figuras geométricas, retângulos e círculos em sua maioria	Ausência de diagramas em todas as obras analisadas
90	Presença de desenhos de objetos utilizados no cotidiano. ¹⁰	Presença de figuras geométricas, em todas as obras	Ausência de diagramas em todas as obras analisadas

⁸ Apenas Carlos Galante utiliza desenhos, mas que parecem não terem outra finalidade senão agradar visualmente o leitor.

⁹ Gostaríamos de ressaltar que no livro Matemática na Escola Renovada, os autores utilizam o diagrama para lembrar ao leitor que a um conjunto se pode associar um número natural, porém, não aproveitam a oportunidade para dar a noção de fração de uma quantidade discreta. Esse diagrama, portanto, a nosso ver cai no vazio.

¹⁰ Alguns autores se referem a caixa de ovos, álbum de figurinhas, etc.

D. Contextualização

Décadas	
60	Não existe contextualização em nenhum momento nas obras analisadas.
70	Não existe contextualização em nenhum momento nas obras analisadas.
80	Não existe contextualização, tanto na apresentação do conceito, quanto nos problemas resolvidos e propostos; existe uma ilustração de problemas do cotidiano.
90	Presença de contextualização em algumas obras.

E. Adequação das atividades

Décadas	Algorítmicas	Situações-problema	Desafios
60	As atividades são essencialmente algorítmicas.	Não existem situações-problemas que dêem significado ao conteúdo estudado.	Não existem situações-problemas que dêem significado ao conteúdo estudado.
70	As atividades algorítmicas estão presentes em todas as obras. ¹¹	Não existem situações-problemas que dêem significado ao conteúdo estudado.	Não existem situações-problemas que dêem significado ao conteúdo estudado
80	As atividades algorítmicas estão presentes em todas as obras.	Não existem situações-problemas que dêem significado ao conteúdo estudado.	Não existem situações-problemas que dêem significado ao conteúdo estudado
90	As atividades algorítmicas estão presentes em todas as obras.	Os livros analisados apresentam situações-problema, porém, nem todas contribuem significativamente para a compreensão do conteúdo.	A maioria dos livros analisados apresenta situações de desafio, que são oferecidas, geralmente no final do capítulo.

F) RIGOR MATEMÁTICO

Na categoria rigor matemático, estaremos analisando cada um dos livros pesquisados, segundo conceitos mal formulados, que podem resultar em conclusões falsas e erros de definição. Como em nossa pesquisa estamos analisando livros escritos em décadas diferentes, temos que relevar as influências de cada época, bem como os movimentos da matemática nesses períodos, a fim de não deixar que fatores de caráter social e político interfiram em nossa análise.

Segundo CARLOS GALANTE (1966),

"Fração é todo símbolo que representa uma ou mais unidades fracionárias" (p. 111).

A palavra símbolo não está empregada corretamente, pois símbolo, para a definição de fração, é muito vago, impreciso. Não fica claro que a fração é um número, uma quantidade. Logo em seguida, o autor se refere a fração como representada por *"dois números inteiros, o denominador que indica em quantas partes iguais foi dividida a unidade, o numerador que indica quantas dessas partes foram tomadas"* (p. 111), sem mostrar quem é o numerador e quem é o denominador.

Na página 114, a fração que está representada pela figura é colocada em cima da própria figura, prejudicando a leitura e a compreensão. Essas figuras são utilizadas logo em seguida como referência para uma generalização da propriedade fundamental: *"Multiplicando-se ou dividindo-se ambos os termos de uma fração por um mesmo número, diferente de zero, obtém-se uma fração igual à fração dada"*.

Na redução ao mesmo denominador, o autor não explora as frações equivalentes para fazer a redução, mas mostra, imediatamente, a regra prática para reduzir um grupo de frações ao menor denominador comum.

SCIPIONE NETTO (1967).

O autor começa o capítulo “Números racionais” escrevendo sobre números fracionários, deixando clara a idéia de que número fracionário é o resultado da divisão de a por b , onde a não é múltiplo de b . Ocorre que, mesmo que os números sejam múltiplos, ainda assim teríamos um número fracionário, a fração aparente. O autor se refere ao número racional como um **novο tipo de número**. Entendemos que o número racional não é um novo tipo de número – é simplesmente um número. Para dar a noção de fração, é utilizado o círculo dividido em partes iguais, considerado pelo autor uma figura que oferece facilidade de representação. Sabemos que a divisão do círculo em partes iguais exige alguns procedimentos que não são tão triviais para alunos de 5ª série, ou 1ª série, como na década de 60. Portanto, ele não é a figura que sugere, com mais facilidade, a idéia de fração. A definição de frações impróprias é imprecisa, pois diz que a fração imprópria representa inteiros e frações, sendo por isso chamadas de impróprias. O autor, até esse momento, não se referiu a frações mistas, o que dificulta a compreensão do leitor.

MÁRIO DE OLIVEIRA (1967).

Mário de Oliveira inicia a noção de número fracionário dando como exemplo uma barra de sabão (p. 201), dividindo-a em cinco partes iguais e tomando uma das partes. Essa parte fica definida como $\frac{1}{5}$, desde que o objeto seja representado pelo número 1. A idéia do que representa esse número 1 se confunde com o numerador da fração, talvez fosse mais esclarecedor se o autor se referisse à barra de sabão apenas como um inteiro. Ao tratar de frações próprias e impróprias (p. 203), o autor define a fração imprópria como aquela que é maior que 1, e logo em seguida define “*fração imprópria é aquela que tem o numerador igual ou maior que o denominador*”, sabemos que, se a fração possui o numerador igual ao denominador, ela é uma fração aparente, pois o numerador é múltiplo do denominador, e não uma fração imprópria. Na mesma página, o autor mostra como exemplo de fração imprópria a fração $\frac{7}{5}$, e usa uma barra dividida em cinco partes iguais, sombreando todas as partes, sem mencionar a fração $\frac{5}{5}$ como sendo um inteiro e, ainda, acrescentando duas

partes iguais para mostrar que a fração $\frac{7}{5}$ é maior que 1. Essa apresentação é confusa para o leitor, que pode entender toda a figura como sendo um inteiro. Ao tratar de frações equivalentes (p. 204), o autor apresenta geometricamente duas frações equivalentes e, rapidamente, encarrega-se de escrever uma regra prática para se verificar se as frações são equivalentes: “*Duas frações são equivalentes se e somente são iguais os produtos do numerador de cada uma pelo denominador da outra*”. Esta regra é colocada em destaque, induzindo o leitor a memorizá-la, perdendo talvez a noção de equivalência entre frações. Esse mesmo procedimento é retomado quando o autor se refere à regra prática para reduzir uma série de frações ao mesmo denominador – lembramos que a redução pode ser feita através de obtenção de frações equivalentes, sem prejuízo de cálculos. Na página 210, o autor se refere à parte natural de uma fração maior que 1. Ele mostra, algebricamente, que a fração $\frac{17}{5} = 3 + \frac{2}{5}$ escreve que o número 3 é a parte natural da fração $\frac{17}{5}$, e que não é correto escrever $\frac{17}{5} = 3 \frac{2}{5}$; sabemos que esta afirmação não procede.

ALCIDES BÔSCOLO & BENEDITO CASTRUCCI (1971).

Os autores escrevem, no início do capítulo “Número racional”, um exemplo para dar a idéia de fração:

“Um aluno tem para resolver, como tarefa de casa, 7 problemas e já resolveu 4.

Como se vê, o aluno fez, até agora, apenas uma parte da tarefa inteira, isto é, já resolveu 4 dos 7 problemas da sua tarefa.

Este fato é expresso, de modo abreviado, dizendo-se que o aluno já fez $\frac{4}{7}$ (quatro sétimos) da tarefa toda.”

(p.144)

Não faz sentido escrever de modo abreviado, e sim numericamente. Apesar de trabalhar com exemplos de frações de quantidades, como fração do litro, os autores não utilizam esse fato para dar a idéia de fração e definem fração como todo par de números naturais, tais que o segundo representa um certo número de partes iguais em que o inteiro está dividido e o primeiro uma ou mais dessas partes.

SCIPIONE NETTO (1972).

O autor inicia o conjunto dos números racionais dando a idéia de número fracionário e escreve:

“A indicação $\frac{1}{5}$, ou a de par ordenado (1,5), tem o

mesmo significado. É fácil concluir que:

Para se representar numericamente uma ou mais partes de um inteiro, são necessários dois números naturais:

a) o primeiro indicando quantas partes tomamos do inteiro;

b) o segundo indicando em quantas partes, de igual valor, o inteiro foi dividido”. (p. 111)

Na página 112, no exemplo III, o autor divide o retângulo em oito partes iguais, sombreando seis delas, e se refere a essas partes como sendo a fração $\frac{3}{4}$, quando na verdade a fração é $\frac{6}{8}$. Logo em seguida, ele passa a uma regra prática para a obtenção de frações equivalentes, destacando-a e induzindo à memorização. O primeiro exercício, ou aplicação, como escreve Scipione, faz comparação entre frações, sendo que, em nenhum momento anterior, essa atividade foi realizada. Ao tratar de equivalência de frações o autor escreve que uma fração só é igual a ela própria, $\frac{2}{3} = \frac{2}{3}, \frac{3}{5} = \frac{3}{5}, \frac{4}{1} = \frac{4}{1}$, e que duas frações são equivalentes são aquelas que pertencem à mesma classe de equivalência. Em seguida, substitui o sinal de equivalência $\sim$ pelo sinal de igualdade $=$, por simples comodidade. Notamos que a palavra equivalente

poderia ter sido melhor explorada, dando a idéia de que frações que são equivalentes são frações de igual valor, daí justificar a troca do sinal de equivalência pelo sinal de igualdade, e não por mera comodidade. Ao iniciar o estudo da comparação de frações, que ele intitula como relação de ordem em

$\mathbb{Q}$, escreve: $p = \frac{a}{b}; q = \frac{c}{d}; r = \frac{e}{f}$ para comparar, em seguida, os números p , q e r ,

porém não explica o que significam as notações $p = \frac{a}{b}; q = \frac{c}{d}; r = \frac{e}{f}$. Para reduzir

frações a um mesmo denominador, o que prevalece é a regra prática, procedimento aliás, presente em toda a obra deste autor, não só na década de 70 como na de 60. Descarta-se a possibilidade de reduzir os denominadores de frações por um múltiplo delas que não seja o menor. Nas operações com frações, prevalecem regras práticas e chamamos a atenção para o fato de a multiplicação de frações não ter uma explicação pela própria operação em si, e sim pela divisão de uma fração em um novo número de partes. Ressaltamos que este é, inclusive, um procedimento utilizado pela maioria dos autores que se presta a mostrar, geometricamente, a multiplicação de duas frações.

SCIPIONE NETTO (1973).

No capítulo que está sendo analisado, “O conjunto $\mathbb{Q}$ ”, o autor faz referência à fração apenas como divisão de dois números. Vale ressaltar que a idéia de fração como divisão não é incorreta, porém da maneira como é abordada não dá margem a outra interpretação, como, por exemplo, a fração como parte-todo, representando por exemplo uma situação concreta.

A idéia de fração como razão também não é explorada. O autor escreve:

“Consideremos o número representado pelo número 0,5. Alguns numerais para representar esse número são: $1 \div 2; \frac{1}{2}$; ou ainda: $\frac{2}{4}, \frac{3}{6}, \frac{4}{8}, \frac{5}{10}, \dots$ que

são chamadas frações”. Este é o único momento em que o autor define fração, ou seja, a nosso ver, ele tenta dar a idéia do que seja fração, mas se prende apenas na idéia de fração como divisão. Durante todo o capítulo, uma fração é representada através da sua classe de equivalência.

OSVALDO SANGIORGI (1979).

O autor inicia o capítulo “Números racionais” dividindo uma barra de chocolate em quatro partes iguais, e considerando uma, duas e três partes desta barra. A partir deste exemplo, ele define fração ou número fracionário. Entendemos que, se o assunto é a idéia de fração, deveria ser abordada também fração de uma quantidade discreta, para uma noção completa deste número. A definição é a mesma dos autores anteriores, utilizando par ordenado para indicar uma fração.

JOSÉ RUI GIOVANNI & BENEDITO CASTRUCCI (1985).

Ao apresentarem a idéia de fração, os autores se referem apenas à fração de uma unidade, e seguem com esta idéia até o final do capítulo. Eles escrevem:

Quando dividimos uma unidade em partes iguais e queremos representar matematicamente uma ou algumas dessas partes, empregamos um par ordenado de números naturais.

Os pares de números naturais $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}$ e $\frac{3}{4}$ são denominados frações ou números fracionários.” (p. 97)

Quando se referem à divisão de uma unidade, os autores estreitam o conceito de fração, referindo-se apenas à fração de um inteiro. Sabemos que esta abordagem não é completa e, portanto, não é a mais efetiva na compreensão da idéia de fração, comprometendo, inclusive, o desenvolvimento das operações.

JOSÉ RUI GIOVANNI & EDUARDO PARENTE (1988).

Os autores iniciam o capítulo dando a idéia de fração. Para isso, utilizam-se de alguns objetos como um pedaço de corda de barbante, um recipiente com água e uma folha de cartolina (p. 124). Quando se referem ao recipiente, os autores escrevem:

“Quando observamos que precisamos de quatro canecas de água para encher um recipiente, dizemos que cada caneca contém um quarto da quantidade de água do recipiente, ou seja, cada caneca contém uma fração da quantidade de água do recipiente. Numericamente indicamos por $\frac{1}{4}$.”

Deveria ser esclarecido para o leitor que as xícaras devem conter a mesma quantidade de água. A fração é definida como todo par ordenado de números naturais, com o segundo diferente de zero. O segundo número, chamado denominador, indica em quantas partes iguais uma unidade foi dividida; o primeiro número, chamado numerador, indica quantas partes da unidade foram tomadas. Há uma referência a partes de uma unidade, dando a sensação de que o todo é apenas uma quantidade contínua. Vale ressaltar que, a partir de três situações ilustrativas, os autores generalizam o conceito de fração. As figuras escolhidas pelos autores para representar o inteiro não são as mais adequadas; eles escolhem por exemplo, uma elipse, um paralelogramo, um quarto de círculo, divididos em partes iguais. A fração de uma quantidade discreta é solicitada, em alguns exercícios, no final do capítulo, sem antes ter sido explorada essa idéia. Notamos que, em todos os problemas que envolvem volume, os autores não se referem a recipientes com uma mesma quantidade de líquido para mostrar que cada uma representa uma fração.

ANTÔNIO JOSÉ LOPES BIGODE (1995).

O autor discorre sobre o assunto com bastante precisão de palavras, dando um sentido exato do que seja um triângulo ser igual ao outro, ou cobrir a mesma superfície. Essa maneira de tratar a igualdade entre figuras planas

contribui para uma flexibilização de raciocínio do leitor, dando uma noção de conservação de área. Através da nomenclatura, são apresentados os termos da fração, bem como o traço de fração. O autor trata com propriedade a fração como parte de um todo, e a reunião das partes formando novamente o inteiro, bem como apresentando uma figura como sendo uma fração de uma outra figura, solicitando o aluno que encontre esta figura. Notamos apenas um erro conceitual, quando ele escreve que uma fração aparente é aquela cujo numerador é igual ao denominador. A fração aparente tem o numerador múltiplo do denominador.

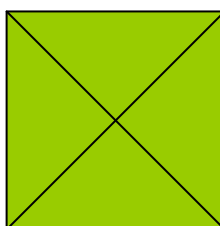
GELSON IEZZI, OSVALDO DOLCE & ANTONIO MACHADO (1996)

A unidade 4, “Frações”, começa tratando do conceito de fração, e os autores fazem este estudo através do tangram. A iniciativa é interessante, porém quando escreve que o quadrado maior pode ser dividido em quatro triângulos verdes, vale lembrar que esses triângulos devem ser iguais ou terem a mesma área.

Os autores escrevem: *“Que parte da unidade (quadrado maior) é representada pelo triângulo verde?”*

Para responder a essa pergunta, é preciso verificar quantos triângulos verdes cabem no triângulo inteiro.

Veja:



Oito triângulos verdes cobrem exatamente todo o quadrado.”

Por que não poderiam ser dois ou quatro triângulos?

Logo em seguida, são apresentadas algumas frações com denominador 4 e 8, de acordo com a figura, e a partir daí, define-se fração como todo par $\frac{a}{b}$ de números naturais (p. 99).

Em outros exercícios, os autores dividem algumas figuras em partes, consideram algumas delas, mas não mencionam o fato de que as partes são iguais. A fração de quantidade discreta é tratada através de exercícios propostos para o aluno, sem antes terem sido apresentados pelos autores.

LUIZ MÁRCIO IMENES & MARCELO LÉLLIS (1997).

Os autores fazem uma abordagem interessante a respeito da noção de fração, mostrando várias situações que dão significado às frações, como fração de quantidade discreta e fração de figura. Vale ressaltar que, em nenhum momento, os autores definem fração; apenas trabalham com a idéia da quantidade que estes números representam, usam a nomenclatura para apresentar o numerador e o denominador e o significado de cada um.

SCIPIONE NETTO (1997).

O autor inicia o capítulo “Números fracionários” com a idéia de fração, repartindo figuras geométricas em partes iguais, e considerando alguma(s) parte(s) delas. Imediatamente, os símbolos destas frações são apresentados e denominados frações. A fração de quantidade discreta é apresentada em forma de um exercício resolvido.

JOSÉ RUI GIOVANNI, BENEDITO CASTRUCCI & GIOVANNI JR. (1998).

Os autores utilizam a mesma abordagem da década passada para iniciar o estudo de fração. A idéia de fração é apresentada, através da polegada, para medir um parafuso. Através das subdivisões da polegada, eles representam algumas frações e, logo em seguida, definem fração como dois números a e b escritos na forma $\frac{a}{b}$ (p. 103). Nos exemplo onde mostra um terreno dividido em três lotes iguais (p. 104), acreditamos que teria sido mais conveniente considerar três lotes de mesma área; desta forma, estar-se-ia abrindo um espaço para a idéia de que a forma de cada lote pode ser até diferente, se eles tiverem a mesma área são considerados lotes iguais. O mesmo acontece com outro exemplo envolvendo volume. Diz o problema: *“Sabendo que são necessários dois copos de água para encher totalmente uma*

jarra, então cada copo contém que fração do volume de água da jarra?” Não foi mencionada a quantidade de água que os dois copos devem conter; nada impede que dois copos, com quantidades diferentes de água, encham totalmente uma garrafa.

Conclusão

De acordo com nosso estudo sobre a formação de conceitos e, mais especificamente, sobre o conceito de fração, juntamente com as observações que fizemos sobre a apresentação do conceito nos livros didáticos, elaboramos as nossas considerações finais.

Notamos que a maioria dos autores utiliza recursos ilustrativos pouco eficientes para mostrar uma fração. São usadas figura geométricas difíceis de se dividir em partes iguais, como o círculo. As divisões são apresentadas prontas e acabadas, e o aluno não tem chance de tentar, por ele mesmo, fazer as partições. Há, portanto, um incentivo a uma postura passiva do aluno, além de uma certa incoerência na apresentação de fração e divisão, quando se quer mostrar por exemplo que $\frac{3}{2} = 3 \div 2$ através de desenhos. O aluno poderia perguntar: como dividir um inteiro em duas partes e tomar três dessas partes? (Essa é uma definição muito utilizada pelos autores). Este seria um bom momento para induzir o aluno a perceber o significado da fração imprópria. Algumas ilustrações não são muito adequadas para serem utilizadas,

devido à complexidade de fazer a sua partição; por exemplo falar em $\frac{1}{4}$ de queijo ou de uma pizza daria apenas uma noção do que seria essa quantidade, devido à impossibilidade de se partir esses elementos em partes absolutamente iguais.

Podemos observar, também, que o conteúdo a ser explorado não muda durante as décadas de 60 e 90. Os livros aumentam de tamanho, melhoram os recursos visuais e tentam melhorar a metodologia, mas não trabalham a compreensão do conceito. Há a intenção de que se memorize algoritmos, linguagens e símbolos, em detrimento da compreensão do conceito. Foram analisados livros de autores que escreveram, durante duas décadas consecutivas, e constatamos que a forma de apresentação era exatamente a mesma, não mudando sequer os exemplos. Apenas as ilustrações se apresentam mais coloridas.

Alguns pré-requisitos à aquisição do conceito não são observados quando se trata da apresentação da noção de fração, como a conservação da quantidade, para que o leitor perceba a fração como parte do todo. Em nenhum momento os autores testam se a criança compreende que, quando fazemos variar a disposição das unidades que compõem um número, esse número não varia. Esse aspecto é interessante, pois a invariância do número é um dos pré-requisitos à compreensão do conceito de fração, segundo Piaget. Os livros didáticos prestam-se ao estudo de frações de quantidades contínuas, em detrimento de frações de quantidades discretas. Essa postura colabora para o aumento da dificuldade dos alunos em trabalhar com frações de quantidades, principalmente no momento de operá-las.

O uso do modelo parte/todo para iniciar o estudo de frações é um referencial em todas as obras. As obras que tratam de frações de quantidades discretas, durante o desenvolvimento do conteúdo, valem-se de um conjunto com um número de elementos que possa ser dividido em partes iguais, não deixando chance para que o aluno questione a possibilidade de uma divisão em partes que não contenham o mesmo número de elementos.

Exercícios do tipo “ Quanto é $\frac{1}{4}$ de 20 “, são oferecidos, sem nenhuma discussão prévia do que é fração de quantidade discreta. O aluno

pode entender, como solução do exercício, encontrar $\frac{1}{4}$ do número 20, o que parece uma idéia vaga. Outro exemplo: $\frac{4}{5}$ de um número é 28. Qual é o número?

Na década de 90, podemos observar a iniciativa de alguns autores de apresentarem um conteúdo de forma mais contextualizada, porém esse fato ainda não garante que haja um aproveitamento da interação social que todo ser humano tem com o seu meio ambiente, de forma a propiciar a construção do conceito. Mesmo com a evolução dos livros didáticos, não houve uma mudança, na postura da escrita desses livros, que despertasse, no professor, uma atitude provocadora, a fim de viabilizar a construção do conhecimento.

É interessante notar, também, que muitos autores dão a noção de fração como sendo um par de números. Essa noção pode gerar percepções equivocadas, como, por exemplo, a de uma aluna de 3º grau, relatada nessa pesquisa, que questionou se $\frac{3}{4}(a+1)$ não seria $\frac{3(a+1)}{4(a+1)}$?! Fica evidente a dificuldade de se perceber, muitas vezes, a fração como um número, e operar esse número.

Erro na linguagem usual pode confundir a compreensão do leitor; por exemplo, mostrar o todo como uma barra de chocolate; o todo dividido pela metade; duas metades iguais. Duas metades, já não são iguais?

As atividades, na sua maioria, não permitem que o aluno se torne ativo no processo de aprendizagem. Isto ocorre principalmente nos livros da época tecnicista. São atividades que admitem apenas um tipo de resposta, sem explorar a criatividade do leitor, criando, inclusive, modelos de resposta, quando apresentam enunciados do tipo: “copie”, “complete”, “observe o modelo e responda”, etc. Acreditamos que um material didático que oferecesse ao leitor a possibilidade de um estágio exploratório, no processo de construção do conceito, seria um aliado eficaz na aprendizagem.

Em todas as obras analisadas, notamos que o ensino de frações é iniciado, supondo que o conceito de fração já foi garantido na 4ª série e, portanto, o enfoque é apenas na aplicação de frações. Outro detalhe que nos

chama a atenção é o uso da geometria para iniciar o estudo de frações, sem a garantia de que esta foi estudada na 4ª série. Sabemos que a maioria das escolas não desenvolve o ensino de geometria nas séries iniciais.

Muitos autores referem-se à fração como um número fracionário, e números racionais como sendo a mesma coisa, sem fazer a distinção de que a fração pode estar diretamente ligada a uma situação, representando-a, e que um número fracionário é aquele escrito sob a forma de fração. Lembramos que números racionais são estudados na 6ª série e, portanto, é desnecessário mencioná-los na 5ª série.

Os conhecimentos prévios da criança não são explorados, em nenhum momento, quando se inicia o estudo de fração. As experiências da criança com relação à partição, não são consideradas como fato real, o que poderia auxiliar na compreensão do assunto.

Os livros didáticos não elaboram a compreensão do conceito de fração, em nenhum momento; eles apenas supõem que o leitor possua esta compreensão e, valendo-se dessa condição, trabalham apenas a aplicação do conceito.

RESUMO DA PESQUISA

Esta pesquisa tem como finalidade investigar as abordagens do conceito de fração apresentadas nos livros didáticos de Matemática de 5ª série mais adotados nas escolas de Belo Horizonte, nas décadas de 60, 70, 80 e 90.

Estudamos como se deu a evolução do enfoque do conceito de fração nos livros didáticos, a fim de compreendermos um pouco mais sobre a dificuldade dos alunos na aprendizagem desse conteúdo. Acreditamos que a abordagem dada ao ensino do referido conceito pode dificultar ou facilitar a compreensão do mesmo pelos alunos. O livro didático é de fundamental importância na vida escolar dos alunos e é, também, na maioria das vezes, o único material que o professor dispõe para preparar suas aulas. Sendo assim, é

um material que merece ser analisado, por indicar, provavelmente como era ensinado o conceito de fração nas referidas décadas.

Em cada livro, foi estudado o capítulo que trata do assunto “fração”, de acordo com:

- a linguagem que apresenta;
- a ilustração;
- a natureza (discreta ou contínua) das quantidades que se apresentam no estudo de fração;
- a presença de contextualização no estudo do conceito;
- a adequação das atividades apresentadas em cada capítulo.
- O rigor matemático apresentado nos textos

1207CC ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS DE MATEMÁTICA: INVESTIGANDO A ABORDAGEM HISTÓRICA DO “TEOREMA DE PITÁGORAS” EM LIVROS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Renata Alves Costa¹

Elenice de Souza Lodron Zuin²

RESUMO

Muito se discute a respeito da importância da História da Matemática no ensino de matemática; nesta comunicação científica pretendemos fazer algumas reflexões acerca de um levantamento bibliográfico com a intenção de colaborar com os professores que utilizam a História da Matemática no processo de ensino/aprendizagem. Apresentaremos alguns resultados parciais de um projeto de pesquisa em andamento. Nossos estudos iniciais se fundamentaram nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática para o 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental, em D'Ambrosio (1996); Miguel (1996), que propõe um estudo histórico-pedagógico temático; nas concepções de ensino e História da Matemática realizada por Souto (1997). A partir das inquietações e das respostas aos “porquês” sugeridos por Nobre (1996), apresentaremos alguns dados obtidos através da análise da abordagem histórica do “Teorema de Pitágoras” presente em livros didáticos adotados para o Ensino Fundamental em Belo Horizonte.

¹ Pós-graduanda em Educação Matemática pela PUC Minas – Professora da rede pública e privada em Belo Horizonte.

² Professora do Departamento de Matemática e Estatística e do curso de Especialização em Educação Matemática da PUC Minas – Chefe do Departamento de Ciências Exatas da FEAMIG – Mestre em Educação pela FAE/UFMG – Sócia fundadora da Sociedade Brasileira de História da Matemática.

Introdução

Todo amanhã se cria num ontem, através de um hoje. De modo que o nosso futuro baseia-se no passado e corporifica no presente. Temos que saber o que fomos e o que somos para sabermos o que seremos. Freire (1994)

O ensino de matemática é um desafio para vários educadores e pesquisadores em Educação Matemática, por causa do fracasso escolar de muitos estudantes. Pesquisadores e educadores tentam reverter essa situação com algumas estratégias. As discussões em torno do ensino de Matemática se dão em nível mundial. Encontramos algumas estratégias para desenvolver uma metodologia em sala de aula, com uma aprendizagem mais significativa, nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Matemática, que a com sua publicação oficial pelo MEC, a partir de 1998, se tornou, no Brasil, acessível à maioria dos professores.

Os PCN de Matemática para o 1º e 2º ciclos e para o 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental, publicados, pela primeira vez, em 1997 e 1998, respectivamente, sugerem que os professores utilizem jogos matemáticos, resolução de problemas, as tecnologias da comunicação e a História da Matemática, sendo estes, alguns recursos a mais para o ensino/aprendizagem da matemática. É importante destacar que os PCN de matemática do Ensino Fundamental apresentam uma grande preocupação com a história da matemática, destacando que através dela pode-se revelar

“a Matemática como uma criação humana, ao mostrar necessidades e preocupações de diferentes culturas, em diferentes momentos históricos, ao estabelecer comparações entre os conceitos e processos matemáticos do passado e do presente, o professor cria condições para que o aluno desenvolva atitudes e valores mais favoráveis diante desse conhecimento.”(PCN,1998).

Os PCN também afirmam que os “conceitos abordados em conexão com sua história constituem veículos de informação cultural, sociológica e antropológica de grande valor informativo. A História da Matemática é nesse sentido, um instrumento de resgate da própria identidade cultural” (PCN, p. 42).

Ao nos referirmos à História não podemos esquecer-nos de que estamos falando de uma narração de fatos sucedidos ao longo da humanidade. A história está relacionada a datas, nomes associados a uma geração, à organização intelectual de uma sociedade e à difusão de conhecimentos. Mas a História é muito mais que isso. D'Ambrosio (1996), responde às perguntas: Para quem serve a História da Matemática? E para quê serve a História da Matemática?

A História da Matemática serve não apenas para alunos e professores, mas para pais e o público em geral.

Sendo importante:

- a. para situar a matemática como uma manifestação cultural de todos os povos em todos os tempos, como a linguagem, os costumes, os valores, as crenças e os hábitos, e como tal diversificada nas suas origens e na sua evolução;
- b. para mostrar que a matemática que se estuda nas escolas é uma das muitas formas de matemática desenvolvidas pela humanidade;
- c. para destacar que essa matemática teve sua origem nas culturas da Antiguidade mediterrânea e se desenvolveu ao longo da Idade Média e somente a partir do século XVII se organizou como um corpo de conhecimentos, com um estilo próprio;
- d. e desde então foi incorporada aos sistemas escolares das nações colonizadas e se tornou indispensável em todo o mundo em consequência do desenvolvimento científico, tecnológico e econômico. (D'Ambrosio, 1996, p.10)

A importância de se trabalhar a História nas aulas de Matemática é colocada sob diversas óticas, de acordo com as concepções de cada pesquisador. Podemos dizer que a História da Matemática também é vista por D'Ambrosio como um fator de motivação para os estudantes, quando ele afirma que “torna-se cada vez mais difícil motivar os alunos para uma ciência cristalizada. Não é sem razão que a

história vem aparecendo como um elemento motivador de grande importância.” (D’Ambrosio, 1996, p. 31)

Para Miguel (1996) a História da Matemática não deve ser colocada como fonte de motivação para o ensino/aprendizagem de matemática, mas o professor deve recorrer à História da Matemática como um recurso pedagógico adicional, isto é, como um meio potencialmente rico para se promover o ensino/aprendizagem da sua disciplina, propondo estudos histórico-pedagógicos temáticos, que consiste

“antes de mais nada, [em] um estudo que tende a mostrar como a História pode operar em um nível temático específico da Matemática na tentativa de revelar todo o seu potencial sócio-cultural, humano e educativo mais amplo. É uma reconstituição histórica (de um tema ou tópico específico da Matemática) que se faz pensando no aluno e no educador matemático, e não no historiador ou no matemático de ofício, isto é, é uma reconstituição histórica com fins estritamente pedagógicos e que tenta ilustrar detalhadamente um modo da História participar organicamente do ensino-aprendizagem da Matemática.

Uma História da Matemática pedagogicamente orientada poderia prestar grande auxílio para os professores intencionados em contrapor-se a uma tal tendência tecnicista do ensino.” (Miguel, 1996, p. 43 – 44)

O papel da História da Matemática é fundamental, segundo Vasconcelos (2000), para o estímulo do espírito dos alunos, para o desenvolvimento do espírito crítico e ainda para que o estudante sinta e perceba as idéias subjacentes às teorias e aos teoremas já acabados.

Pode-se pensar que as potencialidades da História no ensino da Matemática constituem uma questão que está sendo discutida e defendida só atualmente. Verificamos que não, ao constatar que mesmo matemáticos do passado acreditavam que a História da Matemática era importante para a aprendizagem matemática. Joseph Louis Lagrange (1736-1813), um famoso matemático francês, em suas lições de matemática elementar proferidas em Paris nos anos 90 do século

XVIII, fez o seguinte comentário, após uma apresentação da construção dos logaritmos.

"Como o cálculo dos logaritmos é atualmente uma coisa do passado, exemplo em casos isolados, poder-se-ia pensar que os pormenores que discutimos são desprovidos de valor. Contudo, podemos ter simplesmente a curiosidade de conhecer os caminhos, tortuosos e feitos de tentativas, que os grandes inventores percorreram, os vários passos que seguiram para atingir os seus objetivos, e o quanto devemos a estes benfeitores da raça humana. Além disso, tal conhecimento não diz respeito apenas a uma curiosidade vã. Pode orientar-nos em investigações semelhantes e ilumina com uma luz mais forte os assuntos de que nos estamos a ocupar." (Vasconcelos, 2000)

Todas as concepções apresentadas sobre a utilização da História no ensino da Matemática são relevantes, e acreditamos nas suas potencialidades.

Professores de Matemática e a História da Matemática

Quanto à concepção dos docentes, um estudo realizado por Souto (1997) focaliza o significado da relação entre a História e o ensino de matemática existente entre doze professores do Ensino Fundamental.³ Souto organizou seus estudos em seis grupos de significados que convergiram para três categorias, onde se relatam as idéias presentes nos discursos dos mesmos, como se apresenta a seguir:

1. A História constitui um fator de humanização no ensino de Matemática:
 - A história pode esclarecer sobre as origens e aplicações da Matemática.
 - A História revela o conhecimento matemático como resultado de um processo evolutivo.
2. A utilização da História na sala de aula contribui para facilitar a aprendizagem matemática:
 - A História constitui fator de motivação na sala de aula de Matemática.

³ Este estudo se baseia na dissertação de Mestrado de Souto, através de uma investigação com doze professores do Ensino Fundamental na cidade de São João Del Rei, MG.

- A História contribui para a melhoria da qualidade das aulas de Matemática.
3. A relação entre História e Pedagogia da Matemática é permeada pela falta de conhecimento da História da Matemática:
- A História é tratada, em sala de aula, de uma forma desvinculada do conteúdo matemático.
 - A relação entre História e ensino de Matemática é permeada pela falta de formação dos professores em História da Matemática.

Observamos que nas duas primeiras categorias a História é vista, de um modo ou de outro, com um objetivo definido para o trabalho em sala de aula. Já, na terceira categoria se enfoca que a relação entre a História e o ensino de Matemática é permeada pela falta de formação dos professores em História da Matemática. Esse é um dos seis grupos de significados atribuídos por Souto. Segundo a autora, dentre os professores que compõem esse grupo está explícita a declaração sobre um conhecimento insuficiente de História da Matemática para poder relacioná-la ao ensino dessa disciplina. Para complementarmos essa declaração da prática profissional “permeada pela falta de formação do professor”, baseamo-nos em um estudo realizado por Barone & Nobre (1999), no qual os autores declaram que, a História da Matemática sendo um conteúdo da Matemática, há necessidade de o professor de matemática conhecer sua história, ou seja, a história do conteúdo de matemática. Nesse estudo, os autores ressaltam que a História da Matemática, como área de investigação científica, não possui muitos adeptos nos grandes centros acadêmicos do país. Barone & Nobre também consideram que não basta apenas a formação em História da Matemática, o professor-pesquisador deve estar também preocupado com a formação de novos pesquisadores, ou seja, deve ter o compromisso com a educação.

É importante ressaltar que em uma investigação realizada por Zuin (2003), dez professores do Ensino Fundamental e Médio que não tinham cursado a disciplina História da Matemática nos seus cursos de licenciatura, também puderam ser classificados nas mesmas categorias proposta por Souto(1997). Todos os professores afirmavam abordar a História nas suas aulas, mas quase todos se baseavam no livro adotado pela escola e/ou em sites da WEB.

O nosso tema de pesquisa

O fato de a maioria dos professores em serviço não ter tido, em sua formação inicial ou continuada, nenhum curso que tratasse da História da Matemática, e os resultados apontados por Zuin (2003) nos fazem inferir que o livro didático adotado pelo professor pode ser um dos caminhos para conduzi-lo a realizar uma abordagem histórica, se o livro adotado faz uso da História. Como, em nosso país, o principal e, muitas vezes o único suporte para os professores prepararem suas aulas se fixa apenas no livro adotado pela escola, torna-se pertinente investigar como os autores têm inserido a História da Matemática nos textos didáticos de Matemática.

Muitas vezes, ao transmitir um conteúdo, o professor é questionado pelos alunos em relação à origem daquele conteúdo: “quem inventou isso?”; “quem foi este matemático?”; “como e quando surgiu esta idéia?”; “como foi possível chegar a este resultado?”. O professor deveria ter a consciência de que o conhecimento que está por trás daquele conteúdo que se apresenta “em uma forma acabada” passou por inúmeras modificações ao longo da história (Nobre, 1996, p. 30). É necessário que o professor tenha o domínio do conteúdo para não ensinar apenas o “para quê”, mas responder aos “porquês” dentro do processo ensino/aprendizagem.

Muitos autores justificam a utilização da História da Matemática para responder alguns “porquês” nas aulas de matemática. A História da Matemática pode estar respondendo as questões dos alunos dando uma fundamentação ao conteúdo e à originalidade de certas coisas.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Matemática, podemos observar que a utilização da História da Matemática também é sugerida como um recurso para dar respostas a alguns “porquês”, e também contribuir para um olhar mais crítico dos alunos sobre objetos de conhecimento.

Nobre (1996) trata da relação às respostas aos “porquês” encontrados na História da Matemática e ressalta que é através da História que buscamos fundamentação aos conteúdos abordados:

“À busca das contradições da ciência, ‘ para que logo surjam outras contradições’ , é que proponho um tratamento diferenciado à

transmissão dos conhecimentos, ou seja, que se tente acompanhar o conceito a ser trabalhado a partir de seu desenvolvimento histórico. Desta forma, a educação assume um caminho diferente. Em vez de se ensinar a praticidade dos conteúdos escolares, investe-se na fundamentação deles. Em vez de se ensinar o para quê, ensina-se o porquê das coisas” (Nobre, 1996, p. 31).

Este autor, ainda, ressalta que os livros didáticos de matemática, em sua maioria, apresentam alguns conteúdos estritamente práticos. Ele cita, como exemplo, o conteúdo “ Teorema de Pitágoras” e nos deixa um questionamento: “quantos são os livros que incentivam os professores, e conseqüentemente os alunos, a analisar a relação exposta sob o ponto de vista de sua demonstração?” (Nobre, 1996, p. 32).

Diante dos questionamentos de Nobre é que procuramos desenvolver um trabalho acerca das considerações sobre a história do “Teorema de Pitágoras” apresentada em livros didáticos do Ensino Fundamental.

Selecionamos algumas escolas públicas e particulares e fizemos um levantamento de quais livros didáticos de Matemática foram os mais adotados a partir de 1996, época em que os PCN de Matemática estavam disponíveis para discussão nacional.

Como a nossa investigação ainda está em andamento, neste artigo, apresentaremos alguns livros didáticos que trazem uma abordagem histórica do “Teorema de Pitágoras”, e o fazem de maneiras distintas.

Análise de livros didáticos de Matemática: investigando a abordagem histórica do “Teorema de Pitágoras” em livros do Ensino Fundamental

Selecionamos os seguintes livros de Matemática destinados à 7ª ou 8ª séries do Ensino Fundamental:

1. GIOVANNI, J. R.; CASTRUCCI, B.; GIOVANNI JR, J. R. *A Conquista da Matemática*: Nova. 8ª série. São Paulo: FTD, 1998.
2. IMENES, L. M. P., LELLIS, M. C. *Matemática*. São Paulo: Scipione. 1997. v.7.
3. IMENES, L. M. P., LELLIS, M. C. *Matemática*. São Paulo: Scipione. 1997. v.8.

4. NAME, M. A . *Tempo de Matemática*. Editora do Brasil. São Paulo, 1996.

Os três primeiros livros são os mais utilizados nas escolas pesquisadas; no entanto, apesar de que o quarto livro indicado não ser muito utilizado, ele foi adotado em algumas instituições e o escolhemos pelo conteúdo histórico que o autor apresenta.

Inicialmente é preciso destacar que não podemos considerar que “a soma dos quadrados das medidas dos catetos de um triângulo retângulo ser igual ao quadrado da medida de sua hipotenusa” foi um resultado descoberto por Pitágoras, ou algum dos seus discípulos da Comunidade Pitagórica.

Este é um dos mais antigos resultados geométricos de que temos notícia, já conhecido pelas civilizações da Babilônia, no tempo de Hamurabi, e do Egito, mais de mil anos antes de Pitágoras. Como sabemos disto? Na antiga Babilônia, foi encontrado um tablete de argila que foi considerado ter sido utilizado no período de 1900 a 1600 a.C., denominado Plimpton 322 (figura 1).

Este tablete de argila foi decifrado por Neugebauer e Sachs (*Mathematical Cuneiform Texts-1945*), e verificou-se que ele apresenta quatro colunas de números, sendo que a primeira, a segunda e a quarta puderam ser identificadas como “ternas pitagóricas”, por revelar que em cada linha o número representado na quarta coluna seria a medida da hipotenusa de um triângulo retângulo que teria o comprimento dos catetos iguais aos números representados na primeira e segunda colunas.

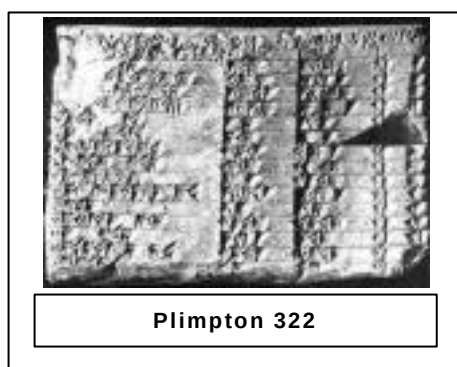


Figura 1

Apresentamos, a seguir, a tradução das cinco primeiras linhas de Plimpton 322, destacando apenas a primeira, segunda e quarta colunas, as quais indicam que os babilônios sabiam que para o triângulo retângulo ABC, retângulo em A, “ $b^2 + c^2 = a^2$ ”.

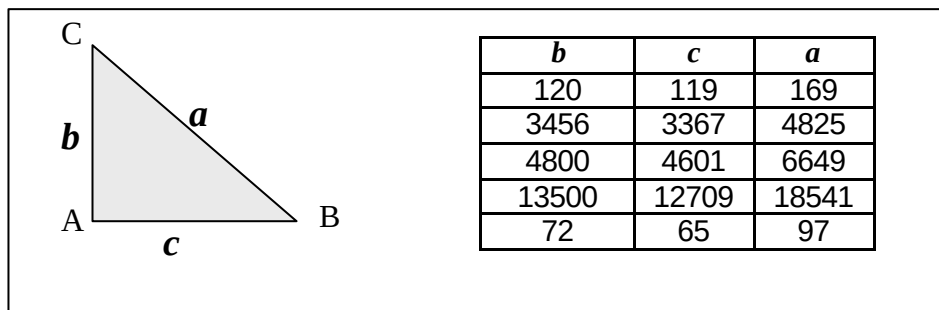


Figura 2

Os antigos gregos também conheceram este resultado e o demonstraram. No livro I dos *Elementos* de Euclides, na proposição de número 47, que diz “nos triângulos retângulos o quadrado sobre o ângulo oposto ao ângulo reto é equivalente aos quadrados sobre os lados que formam o ângulo reto”, há uma demonstração. Devemos lembrar que os *Elementos* se constituem de uma compilação de toda a matemática grega conhecida por volta de 300 a.C.

Não há dúvidas de que o famoso “ $b^2 + c^2 = a^2$ ” é um dos resultados mais utilizados e mais importantes dentro da matemática. Outras pessoas também fizeram demonstrações para este célebre teorema. Em 1940, Elisha Scott publicou o livro *The Pythagorean Proposition*, apresentando 367 provas para o “Teorema de Pitágoras”.

Análise do livro “A Conquista da Matemática” (Giovanni, Castrucci e Giovanni Jr., 1998)

José Ruy Giovanni é bacharel e licenciado em matemática pela PUC-SP, professor de matemática em escolas de 1º e 2º graus desde 1960.

Benedito Castrucci, já falecido, era bacharel e licenciado em ciências matemáticas pela USP, ex-professor de matemática da PUC-SP e da Universidade de São Paulo. Ex-professor de matemática em escolas públicas e particulares de 1º e 2º graus.

José Ruy Giovanni Jr. é licenciado em matemática pela USP e professor de matemática em escolas de 1º e 2º graus desde 1985.

A proposta pedagógica deste livro é um método diversificado e inteligente na aprendizagem da matemática. Segundo Giovanni, Castrucci e Giovanni Jr., uma proposta curricular deve ser organizada com um currículo interdependente, ordenada e ligada ao cotidiano. As atividades propostas têm como objetivo proporcionar ao aluno um contato mais prático com a matemática e mais próximo de sua realidade (Giovanni, Castrucci e Giovanni Jr, 1998).

No capítulo oito do livro “A Conquista da Matemática” da 8ª série do Ensino Fundamental, demonstra-se uma preocupação com a apresentação histórica do “Teorema de Pitágoras”. Apesar de ser pouco o material histórico apresentado, os autores situam o leitor no tempo e apresentam uma compreensão do significado histórico, cultural e social existente entre os povos da época.

O texto deixa claro que os egípcios já conheciam o triângulo retângulo de lados 3,4 e 5 e que Pitágoras foi quem conseguiu provar a relação métrica que conhecemos hoje pela denominação “Teorema de Pitágoras”. É importante estar claro para o aluno que foi através da pesquisa que Pitágoras ou um dos membros da sua comunidade, chegou à demonstração, pois isto leva o aluno a compreender que o conhecimento matemático não está “pronto e acabado”, mas que é através de pesquisas e dedicação que conseguimos demonstrar algumas coisas e realizar uma construção matemática.

Nos problemas propostos percebemos a aplicabilidade da relação métrica, com atividades práticas, salvo cinco atividades contextualizadas, mas nenhuma com caráter histórico do assunto.

Analisamos o livro do professor, no qual encontramos uma atividade com caráter histórico como orientação metodológica para o professor, onde os alunos constroem uma corda com doze nós⁴, como fizeram os egípcios, e colocam um lápis em cada espaçamento de três unidades, quatro unidades e cinco unidades. Após a confecção do triângulo, pede-se aos alunos para identificarem o ângulo reto, os catetos e a hipotenusa.

Avaliamos que essa atividade poderia ser utilizada antes de se introduzir o conteúdo, levando o aluno à construção do conhecimento matemático; ele poderia

⁴ A corda pode ser construída com barbante, um material mais acessível.

fazer conjecturas e tirar suas próprias conclusões, e poderia mesmo chegar à relação métrica apresentada por Pitágoras.

Análise dos livros “Matemática – 7ª série” (Imenes e Lellis (2001) e
Matemática – 8ª série” (Imenes e Lellis (1997)

Os autores se apresentam como:

Luis Marcio Pereira Imenes, Mestre em Educação Matemática (UNESP-Rio Claro).

Marcelo Cestari Lellis, Bacharel em Matemática (IME-USP).

Na coleção *Matemática*, Imenes & Lellis, nos propõe um compromisso com o ensino da matemática com base em diversas pesquisas do movimento de educação matemática. E foi elaborada com o objetivo de apresentar uma matemática adequada à sociedade atual e que contribua para o desenvolvimento cognitivo dos alunos (Imenes & Lellis, 1997).

Normalmente o “Teorema de Pitágoras” é abordado na 8ª série do Ensino Fundamental, mas o encontramos no livro de Imenes e Lellis, da 7ª série. Os autores justificam que o teorema é apresentado na 8ª série, pois costuma ser deduzido a partir de semelhança de triângulos, mas sua proposta de introdução deste tema na 7ª série se deve ao fato de que eles utilizaram a dedução através do cálculo de áreas e o cálculo algébrico.

No capítulo nove do livro “Matemática da 7ª série” também podemos observar a preocupação com a abordagem histórica do “Teorema de Pitágoras”. É apresentado um relato histórico abordando alguns aspectos úteis à compreensão do significado histórico, cultural e social. A abordagem feita pretende situar o leitor no tempo, mas deixa a desejar, pois a história não está presente nos demais tópicos referentes ao assunto. Os exercícios não contêm nenhum caráter histórico, eles revelam a utilidade da raiz quadrada e a percepção do “Teorema de Pitágoras” como relação entre áreas.

No primeiro capítulo do livro de Matemática da 8ª série de Imenes e Lellis, os autores não apresentam nenhuma abordagem histórica, visto que já foi mencionado na 7ª série. O teorema é apresentado como consequência da semelhança de

triângulos. Os exercícios não contêm caráter histórico, e revelam a semelhança de triângulos.

Análise do livro “Tempo de Matemática - 8ª série” (Name, 1996)

Miguel Asis Name cursou Matemática na Universidade de Taubaté e fez dois cursos de Pós-graduação, além de vários cursos de especialização no ITA. Atualmente aposentado, continua escrevendo livros para a Editora do Brasil S/A.

Na obra, *Tempo de Matemática*, Name tem a pretensão de ser um material de apoio às atividades didáticas do professor, sem tirar-lhe a liberdade de criação. A obra procura uma organização formal onde a teoria utiliza-se de uma linguagem simples, de fácil compreensão, porém com textos corretos, dispostos de forma a instigar a curiosidade do aluno e a desenvolver suas habilidades matemáticas. (Name, 1996).

No capítulo 19 do livro “Tempo de Matemática” da 8ª série, Name (1996) apresenta o “Teorema de Pitágoras” de uma forma pronta e acabada, apresentando a famosa relação $b^2 + c^2 = a^2$. Posteriormente, apresenta uma lista de exercícios sem significado histórico e muito menos social, onde o aluno tem apenas que saber a fórmula para resolvê-los mecanicamente. Apresenta sete exercícios que exigem um pouco mais de raciocínio, mas também sem caráter histórico. Encontramos apenas no final do capítulo a apresentação de uma pequena história (que se enquadra no tópico “para você saber mais”). Neste, ele se refere à história como uma lenda ou melhor *uma velha lenda*, e relata que os povos antigos usavam a corda com doze nós, e já conheciam o triângulo retângulo. Como o autor afirmou que o “teorema de Pitágoras” era uma lenda, o professor continua com essa informação e passa para seus alunos e, além disso, o estudante da 8ª série pode não acreditar na importância da contribuição que as civilizações antigas deram para a sociedade daquela época e até mesmo que Pitágoras demonstrou o teorema a partir de conhecimentos já existentes e estudos no seu tempo.

A colocação “histórica” de Name, deveria ser mais bem fundamentada e acreditamos que o autor não recorreu a fontes de História da Matemática que dessem sustentação à sua argumentação e nem se preocupou em averiguar o que afirma em livros de autores consagrados da História da Matemática como Carl

Boyer, Howard Eves e Dirk Struik. Julgamos que as colocações de Name no seu livro didático, privam o aluno de qualquer interesse pela história e reforçam o senso comum de que a matemática é algo que está pronto e acabado.

Considerações Finais

Julgamos que as obras analisadas ainda contêm pouco conteúdo histórico, como no caso dos textos didáticos analisados de Imenes & Lellis e Giovanni, Castrucci e Giovanni Jr., e informações pouco confiáveis no caso do livro de Name. Não obstante, todos fazem alusões a fontes bibliográficas de História da Matemática.

Poucos cursos de Matemática no Brasil têm como disciplina obrigatória a História da Matemática (Dyannikov, 1998). Deste modo, os professores em serviço e aqueles que estão em formação não têm conhecimentos bem fundamentados sobre tópicos de História que podem ser utilizados na sua prática pedagógica.

Os professores que afirmam fazer uso da História da Matemática em suas aulas ainda o fazem de maneira inconsistente (Souto, 1997), sem recorrer a fontes confiáveis, baseando-se em *sites* da WEB ou apenas nos livros didáticos adotados (Zuin, 2003).

Acreditamos que professores e alunos devem perceber a importância da História da Matemática para a evolução das sociedades e que muitos conhecimentos que utilizamos hoje têm sua origem nas contribuições de séculos e, mesmo, milênios atrás, o que é comprovado por documentos e pesquisas.

É nesse sentido que o conhecimento do docente é fundamental, pois, segundo Mendes (2001), quando um professor é experiente, teve uma boa formação pedagógica e domina bem a teoria para o uso da história em sala de aula, ele é capaz de adaptar os próprios exercícios dos livros didáticos e até mesmo enriquecer os textos históricos presentes no livro-texto; recorrer a situações-problema da realidade dos alunos; utilizar os desafios presentes nos livros de História da Matemática; adotar ou se fundamentar em algum paradidático, enriquecendo as atividades, respondendo, assim, alguns “porquês” presentes na História e nos questionamentos dos alunos; fixando o conteúdo programático sem se afastar do eixo norteador do trabalho que está sendo representado pelas atividades históricas.

Esperamos que este artigo possa contribuir para que os professores tenham um olhar mais crítico para os livros didáticos adotados e, ao utilizar a História da Matemática, recorram a fontes confiáveis e aos paradidáticos existentes no mercado editorial.

Bibliografia e Referências Bibliográficas:

BARONE, R. L. S.; NOBRE, S. Pesquisa em Educação Matemática e suas relações com a educação Matemática. In: BICUDO, M. A . V. (Org.). **Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: UNESP, 1999. p. 129-136.

BOYER, Carl. **História da Matemática**. São Paulo: Edgard Blücher, 1996.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática**. - 1º e 2º ciclos do Ensino Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.v.3.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática** - 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. História da Matemática e Educação. **Cadernos CEDES – História e Educação Matemática**, São Paulo: Papirus, 1996. v.40. p.7-17.

DINNIKOV, Circe Mary S. S.A disciplina história da matemática cursos de formação de professores de Matemática no Brasil. ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6, 1998, São Leopoldo, RS. **Anais...** São Leopoldo, UNISINOS/SBEM, 1998. p.120-121.

EVES, H. W. **Introdução à história da matemática**. Trad. Hygino H. Domingues. Campinas: UNICAMP, 1997.

GIOVANNI, J. R., CASTRUCCI, B., GIOVANNI JR, J. R. **A Conquista da Matemática**: Nova. 8ª série. São Paulo: FTD, 1998. 304p. p.196-205.

IMENES, L. M. P., LELLIS, M. C. **Descobrimos o Teorema de Pitágoras**. 12. ed. São Paulo: Scipione, 1997.

_____. **Matemática**. São Paulo: Scipione, 1997. v.7. 312p. p.205- 212.

_____. **Matemática**. São Paulo: Scipione, 1997. v. 8. 344p. p.35- 41.

MENDES, Iran Abreu. Construtivismo e História no ensino da Matemática: uma aliança possível. SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 4, 2001, Natal. **Anais...** (Editor John Andrew Fossa) Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2001, p. 228-234.

MIGUEL. Antonio. Estudos Histórico-Pedagógicos Temáticos e História-problema. HISTÓRIA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 1996, Braga, Portugal. **Anais...** Braga, 1996. v. 2. p. 43-49.

NAME, M. A . **Tempo de Matemática**. Editora do Brasil. São Paulo, 1996. 208p. p. 130-140.

NOBRE, Sérgio. Alguns “porquês” na história da matemática e suas contribuições para a educação matemática. **Cadernos CEDES – História e Educação Matemática**. São Paulo: Papirus, 1996. v.40. p. 29 - 35.

SOUTO, Romélia Mara Alves. O valor didático da História da Matemática: um estudo sobre o seu significado entre professores do Ensino Fundamental. ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 2, e SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 2, Águas de São Pedro, 1997. **Anais...** (Editor: Sérgio Nobre). Rio Claro: Cruzeiro, 1997. p.355-360.

STRUIK, Dirk J. **História concisa das Matemáticas**. Lisboa: Gradiva, 1997.

VASCONCELOS, C. C. A História da Matemática no Ensino de Matemática. **Millenium**, Escola Superior de Educação de Viseu, n. 17, jan. 2000.

Disponível em: <http://www.ipv.pt/millenium/17_ect3.htm>. Acesso em: 1 maio 2001.

ZUIN, Elenice de Souza Lodron. **A História da Matemática na concepção de alunos-professores**. Projeto de Pesquisa, PUC Minas, 2002. 15p.

_____.A História da Matemática na concepção de alunos-professores: considerações sobre um estudo inicial. SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA MATEMÁTICA, 5, 2003, Rio Claro, SP. **Caderno de Resumos...** Rio Claro: UNESP/SBHMAT, 2003.

Apresentação da reedição dos Anais do EMEM

A Gestão 2025-2027 da Sociedade Brasileira de Educação Matemática – Regional Minas Gerais (SBEM-MG) organizou, junto às associadas e aos associados, um resgate dos Anais das edições anteriores do Encontro Mineiro de Educação Matemática (EMEM). Essa iniciativa teve como objetivo recuperar e preservar a memória dos trabalhos publicados ao longo das edições do evento, disponibilizar esse acervo e possibilitar à comunidade a realização de possíveis estudos sobre as diferentes temáticas abordadas – e como foram abordadas – ao longo da trajetória do EMEM e sobre as pessoas que contribuíram para a construção da história do evento.

Ressaltamos que os Anais já foram publicados em suas respectivas edições do EMEM. No entanto, considerando que muitos desses materiais encontravam-se em versões impressas ou em arquivos digitais (CD-ROM), realizou-se um trabalho de organização e sistematização, resultando na composição de novos arquivos.

Agradecemos a colaboração de todas e todos que compartilharam exemplares e contribuíram para a constituição deste acervo, de modo especial às professoras Keli Cristina Conti (UFMG), Maria da Conceição Ferreira Reis Fonseca (UFMG) e Viviane Cristina Almada de Oliveira (UFSJ).

Reafirmamos a importância da parceria de cada uma e cada um para manter viva a memória do EMEM e fortalecer nossa história coletiva da Educação Matemática no estado de Minas Gerais.

Lavras, MG, julho de 2026.

Gestão 2025-2027 – SBEM-MG

Chapa: Integração e Fortalecimento da Educação Matemática Mineira

Diretor Regional: Kleyton Vinicyus Godoy (UFLA)

Vice-Diretora Regional: Janaina Aparecida de Oliveira (SEE-MG)

1ª Secretária: Laís Cristina Viel Gereti (UFU)

2º Secretário: Elivelton Henrique Gonçalves (UFLA)

1ª Tesoureira: Flávia Cristina Duarte Pôssas Grossi (UFSJ)

2º Tesoureiro: Lailson dos Reis Pereira Lopes (Unimontes)

1º Suplente: Egídio Rodrigues Martins (IFNMG)

2ª Suplente: Paula Reis de Miranda (IF Sudeste MG)

Organização da reedição dos Anais:

Elivelton Henrique Gonçalves (UFLA)

Kleyton Vinicyus Godoy (UFLA)