

TEMAS

&

DEBATES

ANO VII - 1994 - Nº 5
SOCIEDADE BRASILEIRA
DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA



EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA:
FUNDAMENTOS
FILOSÓFICOS
E DESAFIOS SOCIAIS

Salete

TEMAS & DEBATES

EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA:
FUNDAMENTOS
FILOSÓFICOS
E DESAFIOS SOCIAIS

Nº 5 - OUTUBRO/1994

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| O ENSINO DE MATEMÁTICA E A FORMAÇÃO DO CIDADÃO | 9 |
| Marcelo Lellis Luiz Márcio P. Imenes | |
| POR QUE MUDAR O ENSINO DE MATEMÁTICA? | 14 |
| Nilza Eigenheer Bertoni | |
| EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E A QUESTÃO AMBIENTAL | 21 |
| Antonio Carlos Carrera de Souza | |
| FUNDAMENTOS FILOSÓFICOS DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA | 29 |
| Maria Aparecida Viggiane Bicudo | |
| INTERDISCIPLINARIDADE E PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA | 33 |
| Márcia Regina F. De Brito Lucila Diehl T. Fini | |

EXPEDIENTE

TEMAS & DEBATES É UMA PUBLICAÇÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA - SBEM
ANO VII - Nº 5 - OUTUBRO/1994

Secretária-Geral: Maria Salett Biembengutt • 1º Secretário:
Aniceto Luiz Mund • 2º Secretário: José Valdir Floriani • 1º
Tesoureiro: Nelson Hein • 2º Tesoureiro: Lili Kalvalage •
Secretária da SBEM: Arlei Treintini Klock

MEMBROS DA COMISSÃO EDITORIAL DA SBEM: Adeldo
Ribeiro de Jesus – UFBA • Antonio Carlos Carrera de Souza –
UNESP • Antonio Villar Marques de Sá – UNB • Elda Vieira
Tram – UFBA • David William Carraher – UFPE • João Frederico
Meyer – UNICAMP • Lúcia Arruda de Albuquerque Tinoco –
UFRJ • Luciano Lemos Meira – UFPE • Maria Oly Pey – UFSC
• Paulo Afonso Lopes da Silva – USU – RJ • Ocsana Sonia
Danyluk – UPF • Ubiratan D'Ambrósio – UNICAMP

Coordenação: Maria Salett Biembengutt
Organização deste número: Antonio Miguel
Revisão: José Ademir Pereira
Tiragem: 2.500 exemplares

Endereço:

Sociedade Brasileira de Educação Matemática – SBEM
Universidade Regional de Blumenau – FURB
Rua Braz Wanka, 238 – Bairro Vila Nova – CP 1507
CEP 89010-971 Blumenau – SC
Telefone (0473) 26-8288 – ramal 108 – 23-0422
Fax (0473) 22-8818

Os artigos assinados são da responsabilidade dos autores.
É permitida a reprodução de artigos, desde
que seja citada a fonte.

Este número foi financiado por: SPEC/CAPES/MEC/PADCT



Apoio: FURB - Universidade Regional de Blumenau



EDITORIAL

Impossível e desnecessária a tentativa de localizar no tempo e no espaço a primeira vez em que tenham sido expressos interesses e preocupações em relação à Educação Matemática. Entretanto, a forma reiterada com que eles se manifestaram desde os tempos mais remotos – quer através de opiniões isoladas e pouco sistemáticas, quer através de eminentes pensadores que produziram os grandes sistemas filosóficos, quer ainda através das idéias veiculadas pelas publicações e eventos organizados por instituições constituídas com o fim específico de divulgar, dinamizar e debater a produção na área – autoriza-nos a afirmar que a Educação Matemática já tem a sua própria história, mesmo que ela necessite ainda ser contada e recontada sob diferentes enfoques e perspectivas.

Há, porém, um momento dessa história em que a Educação Matemática parece converter-se em objeto autônomo de reflexão.

Esse momento ocorre nas últimas décadas do século XIX quando começam a surgir – como apêndice do movimento então considerado mais amplo em torno da matemática e de seus diferentes campos temáticos de pesquisa – os primeiros movimentos de renovação do ensino de matemática e, paralelamente a eles, as primeiras publicações específicas em Educação Matemática, cujo exemplo mais saliente foi a revista *L'Enseignement Mathématique*, fundada em 1899, editada em Paris e Genebra, e destinada a professores das escolas secundárias.

Até o início da década de 70 de nosso século, o Brasil, através de algumas poucas vozes isoladas, tentou acompanhar – se bem que de forma meramente reprodutivista e acrítica – os rumos apontados pelos diferentes polos direcionadores e anunciadores da "nova ordem mundial" em termos de Educação Matemática.

Somente ao longo das duas últimas décadas, a Educação Matemática, e mais particularmente

a pesquisa dentro dessa área de conhecimento, vem tentando buscar, entre nós, de forma contínua e sistemática a sua identidade, definir seu objeto e seus objetivos, estabelecer a natureza e potencialidade de seus métodos de investigação e os limites de seu campo de ação social.

O surgimento em nosso país, a partir da década de 80, de programas específicos de pós-graduação na área, a ocorrência de inúmeros Encontros e Congressos nacionais e regionais de Educação Matemática e a fundação da Sociedade Brasileira de Educação Matemática e de suas regionais estaduais, constituem, ao mesmo tempo, o reflexo e a mola propulsora dessa tentativa de organização e consolidação.

A produção acadêmica brasileira na área, resultante de seu reconhecimento e organização institucionais, já é bastante volumosa, como atesta o trabalho que vem sendo desenvolvido pelo professor Dario Fiorentini – docente da Faculdade de Educação da UNICAMP – que já catalogou, no período de 1971 a 1990, cerca de 200 trabalhos entre dissertações de mestrado e teses de doutorado e livre-docência.

Entretanto, mesmo as razões sociais mais evidentes que estão na base da constituição da Educação Matemática enquanto campo autônomo de investigação, permanecem alheias à sociedade brasileira e, até mesmo, à parte significativa da comunidade acadêmica de nosso país.

Isso é inadmissível, tendo em vista que grande parte das questões que hoje envolvem essa área ultrapassam o âmbito da comunidade específica de educadores matemáticos e dizem também respeito a todos os que se interessam pelo problema cultural e educacional de nosso país.

Foi pensando em conciliar as expectativas de educadores matemáticos com as dessa população ampla, que selecionamos artigos que compõem este número da Revista Temas & Debates, intitulado "Educação Matemática: Fundamentos Filosóficos e Desafios Sociais".

Por essa razão, o leitor não pode esperar ver neste número um princípio matemático ou de outra natureza que tente assegurar uma certa unidade entre os artigos.

O primeiro deles, de autoria dos professores Marcelo Lellis e Luiz Márcio P. Imenes, parte de uma breve caracterização dos conceitos de cidadão e cidadania e da discussão das condições

para que se exerça a cidadania, com o objetivo de mostrar as relações entre o ensino de matemática e a formação do cidadão, apresentando razões para que se considere o ensino tradicional da matemática um obstáculo a essa formação. Termina apresentando as características de um novo ensino que realmente possa contribuir para a formação do cidadão.

Partindo da dura, porém justa e real, constatação da inoperância e inflexibilidade dos poucos conteúdos que restaram da aprendizagem matemática de adultos escolarizados, o segundo artigo que compõe esta revista, de autoria da professora Nilza E. Bertoni, procura levantar e exemplificar um conjunto de considerações em defesa da necessidade de mudança do tradicional mas persistente ensino de matemática que ainda hoje é oferecido aos estudantes de nossas escolas.

Tendo em vista a situação de degradação ambiental vivida por diferentes sociedades no mundo contemporâneo e a necessidade de a educação contribuir para a modificação desse quadro, o terceiro artigo, de autoria do professor Antônio Carlos Carrera de Souza, tem por propósito a busca de indicações objetivas em termos de possibilidades e limites no desenvolvimento de propostas que integrem à Educação Matemática atividades oriundas da temática ambiental. O autor vê a modelagem matemática como uma possibilidade pedagógica adequada tanto para o enfoque da questão ambiental quanto para a orientação da Educação Matemática, no sentido da necessária formação do estudante para o exercício da cidadania.

O quarto artigo, de autoria da professora Maria Aparecida Viggiane Bicudo, trata dos Fundamentos Filosóficos da Educação Matemática na perspectiva fenomenológico-existencial, e tem por propósito mostrar como dois temas básicos – a "realidade" e o "conhecimento" – podem ser entendidos à luz da Educação Matemática.

O quinto e último artigo, de autoria da professora Márcia Regina Ferreira de Brito e da professora Lucila Diehl T. Fini discute o conceito de interdisciplinaridade necessário em um curso de Pós-Graduação em Educação Matemática. São discutidas as idéias centrais de uma proposta de Mestrado e Doutorado nessa área.

Concluindo, esse número reúne artigos que bem refletem a diversidade e riqueza da área, característica fundamental da Educação Matemática.

Antonio Miguel*

* Faculdade de Educação - UNICAMP

O ENSINO DE MATEMÁTICA E A FORMAÇÃO DO CIDADÃO

Marcelo Lellis*
Luiz Márcio P. Imenes*

RESUMO

A partir de uma breve caracterização dos conceitos de cidadão e cidadania, o artigo discute as condições para que se exerça a cidadania. Mostra as relações entre ensino de matemática e a formação do cidadão, apresentando razões para que se considere o ensino tradicional da matemática um obstáculo a essa formação. Termina apresentando as características de um novo ensino, que realmente contribui para a formação do cidadão.

Esse novo ensino, cuja base é a atual pesquisa em educação matemática, vem se difundindo aos poucos, o que dá um tom otimista ao final do artigo.

CIDADÃO E CIDADANIA

A palavra cidadão teve vários significados no decorrer da história. Por exemplo, na Europa medieval, cidadão definia os habitantes das cidades, as quais, na época, viviam um processo de formação. Os cidadãos escapavam ao regime de servidão dos feudos e, por isso, gozavam de relativa liberdade. No entanto, somente após a Revolução Francesa, a noção de liberdade foi incluída no conceito de cidadão. Este se tornou sinônimo de homem livre, isto é, não submetido a poderes discricionários, portador de direitos e obrigações definidos em uma constituição.

Atualmente, entende-se cidadão aproximadamente nos moldes herdados da Revolução Francesa. Acrescenta-se a esse conceito a idéia de que o cidadão pode escolher seus governantes e até as leis que protegem seus direitos e determinam suas obrigações. Dessa forma, o conceito de cidadão liga-se ao de estado democrático. Nas democracias representativas, que começaram a surgir a partir do final do século XVIII, todos são cidadãos, todos são iguais em direitos e obrigações.

A cidadania é a condição do cidadão. O exercício da cidadania consiste na vivência de certos direitos e obrigações dentro de um estado democrático. Isto permite às pessoas – ao menos em tese – escolher seus governantes e legisladores por meio do voto, além de se organizarem de diferentes maneiras para influírem nos destinos do país ou da cidade, assumindo, assim, papel ativo nas transformações sociais.

Na prática, admitimos, o exercício da cidadania tem poderes bem mais limitados. Diversos fatores costumam distorcê-lo ou anulá-lo. Os interesses de uma classe dominante, as necessi-

* Editora Atual e Editora Scipione

dades empresariais de algum grande grupo econômico ou, ainda, as chamadas "razões de estado" freqüentemente se sobrepõem ao desejo desorganizado da maioria dos cidadãos. Mesmo quando aparentemente é a vontade destes que se manifesta, tal vontade pode ter sido falseada por algum tipo de propaganda.

Ainda assim, o exercício da cidadania não é ficção; ele existe concretamente. Duas décadas atrás, os cidadãos norte-americanos obrigaram seu governo a suspender a intervenção militar no Vietnã. Recentemente, os poucos brasileiros que exercem seus direitos forçaram o impeachment de um Presidente da República. Esses exemplos demonstram que se pode exercer a cidadania dentro de um estado democrático.

CONDIÇÕES PARA A CIDADANIA

Se o exercício da cidadania é raro, mas ocorre, torna-se natural perguntar quais as condições para que ele seja efetivado mais vezes.

A resposta também surge naturalmente. Primeiro, necessita-se de informação. A falta de informação impossibilita escolha ou decisão. (Vê-se que não é por acaso que se considera a cidadania plena inseparável da liberdade de imprensa, uma vez que esta é fonte básica de informação no mundo de hoje.) Em segundo lugar, necessita-se de educação. O motivo é que toda informação precisa ser interpretada. Para isso, um certo nível de educação torna-se essencial. (Outra vez, não por acaso, nota-se que o fortalecimento da democracia em cada país sempre acompanhou a instalação e ampliação de um sistema escolar público.)

Informação e educação constituem, portanto, condições necessárias para o exercício da cidadania. Mas não são o bastante.

Em relação à informação, basta lembrarmos das várias possibilidades de distorcê-la. Quanto à educação, devemos considerar sua outra face que, em vez de preparar o exercício da cidadania, procura, ao contrário, anulá-lo. Por exemplo, a já citada intervenção militar dos EUA no Vietnã atendia muito mais os interesses dos fabricantes de armas do que o dos cidadãos em geral. No entanto, de início, ela não suscitou oposição, em parte, porque o sistema escolar sempre promoveu o patriotismo.

Em conseqüência, para o exercício da cidadania precisamos acrescentar pelo menos mais uma condição: a autonomia, a capacidade das pessoas pensarem com a própria cabeça, de tomarem decisões de acordo com seus interesses, de não serem enganadas pelas diversas formas de propaganda.

RELAÇÕES ENTRE CIDADANIA E ENSINO DE MATEMÁTICA

À primeira vista, ensino de matemática parece ter bem pouco a ver com cidadania. No entanto, um pouco de reflexão mostra que os dois temas se relacionam e de maneira até surpreendente.

Nas sociedades modernas, uma boa parte da informação é veiculada em linguagem matemática. Vivemos num mundo de taxas percentuais, coeficientes multiplicativos, diagramas, gráficos e verdades estatísticas. Para decodificar esse tipo de informação, precisa-se de

instrução matemática. Observamos, aqui, uma primeira relação entre o ensino de matemática e as condições necessárias para o exercício da cidadania. Mas há mais.

Uma segunda relação, mais profunda, surge quando consideramos o ensino da matemática e a autonomia intelectual das pessoas. Pode-se pensar assim: "aprender matemática desenvolve o raciocínio; autonomia exige raciocínio; portanto, aprender matemática desenvolve a autonomia". Essa argumentação é, infelizmente, falsa, como veremos a seguir. Ela serve, no entanto, para ilustrar a natureza da relação a que nos referimos.

ENSINO ATUAL DA MATEMÁTICA E CIDADANIA

Nós, professores de matemática, costumamos justificar a presença de nossa disciplina no currículo dizendo que a matemática "desenvolve o raciocínio" ou "ensina a pensar". Mas, será que o ensino tradicional de matemática, que atinge a esmagadora maioria dos alunos brasileiros, realmente promove o raciocínio e o pensar?

O ensino tradicional pode ser caracterizado – e não caricaturado, vejam bem! – por expressões como estas:

"Veja o exercício modelo e faça igual."

"Preste atenção no que faço e, depois, faça do mesmo modo."

"Efetue" ou "calcule."

Enfatiza-se o domínio de técnicas de cálculo e o que se considera como raciocinar identifica-se com a capacidade de memorizar uma seqüência de instruções e executá-la. Trata-se, portanto, de um processo que não promove o pensar com a própria cabeça, o pensar com autonomia. Seguindo os ditames do ensino tradicional, nós, professores, participamos de uma farsa: defendemos o ensino de matemática dizendo que ele forma o pensamento quando, na verdade, ele promove a dependência e o automatismo.

Olhando-se o ensino tradicional sob outro ângulo, do ponto de vista das pessoas que o receberam ou recebem, percebe-se nitidamente que muitas delas consideram no mínimo desagradável seu contato com a matemática escolar. Neste ranking do desgosto, a matemática isola-se, olímpica, em primeiro lugar. As outras disciplinas raramente merecem citação.

Muitas vezes, as pessoas apontam um certo autoritarismo do professor de matemática como motivo principal desse desencontro com a disciplina. Será que nós, professores de matemática, somos mais autoritários que os outros? Na realidade, o problema não deve ser colocado na pessoa do professor, mas na maneira como a matemática é vista por ele e pela maioria das pessoas. Matemática, supõe-se, é ciência de verdades eternas, obtidas pelo poder da lógica. Decorre daí a impossibilidade de discordar ou de interpretar de maneira diferente os fatos matemáticos, não havendo espaço para troca de idéias e diálogo. Tudo isso é um equívoco que, no escopo limitado deste artigo, não podemos contestar diretamente. Assinalamos apenas que tal equívoco transforma o ensino da matemática num exercício de obediência cega a regras incompreensíveis. Ou seja, mais uma vez, conclui-se que aprender matemática nesse tipo de ensino gera dependência e não autonomia!

(Um parêntese para atenuar acusações de sectarismo. Outras disciplinas também podem cercear a autonomia, mas elas têm menos força, por vários motivos. O prestígio da matemática, hoje em dia, e seu peso nos currículos de 1º e 2º graus acentuam qualquer defeito de seu ensino. As outras disciplinas não dispõem de controles tão estritos sobre a produção do aluno. Por exemplo, não se julga uma redação em termos de certo ou errado, mas isso ocorre com a resolução de um problema, ignorando-se as idéias envolvidas com base na célebre "exatidão matemática". Finalmente, a natureza abstrata dos fatos matemáticos pode conferir-lhes uma arbitrariedade só comparável àquela de certas regras gramaticais. Esse é o caso, por exemplo, de muitas definições matemáticas não motivadas convenientemente.)

Para completar o quadro negativo dos efeitos do ensino tradicional de matemática na formação do cidadão, resta destacar a despreocupação dos programas com o dia-a-dia, a realidade. Há pouca porcentagem, nenhuma estatística, raros problemas contextualizados, limitadas aplicações práticas. Como pode tal programação contribuir para o acervo de técnicas e habilidades necessárias à cidadania? O ensino tradicional de matemática é uma forma de educação que ajuda bem pouco a decifrar a informação disponível na sociedade. Dessa forma, além de cercear a autonomia, não contribui para as outras duas condições de cidadania, ou seja, o binômio informação-educação.

PERSPECTIVAS

A situação delineada na secção precedente deste texto não tem porque se perpetuar: ao contrário, existem evidências de que ela começa a mudar e mudar para melhor.

A crescente importância atribuída à matemática nos sistemas de ensino do mundo inteiro, bem como as notáveis dificuldades observadas em sua aprendizagem, impulsionaram a pesquisa em torno da educação matemática. Pedagogos, psicólogos, matemáticos e professores envolvidos com essa pesquisa, dentro e fora das universidades, vêm concretizando uma nova visão da matemática e de seu ensino.

Nessa renovação há várias tendências. Fala-se em modelagem, construtivismo, etnomatemática e não pretendemos discutir os princípios e méritos de cada uma. O que importa é assinalar que todas têm um substrato comum, que vem favorecendo o novo ensino.

Em conseqüência, mudanças vêm ocorrendo nos currículos de vários países, daí resultando um ensino mais eficaz e um aprendizado consideravelmente mais atraente da matemática.

O admirável, em relação ao tema deste artigo, é constatar que esse progresso didático fundamenta-se na ampliação da autonomia do aluno e na aproximação de sua realidade com a matemática. Isto é, as melhoras obtidas no ensino apontam para uma matemática que propicie a leitura do mundo e o pensamento autônomo, o que significa contribuir para o exercício pleno da cidadania.

Cabe perguntar como tais ideais se realizam. Podemos responder em linhas gerais, considerando dois aspectos.

A matemática constitui-se num instrumento efetivo para interpretar a realidade principalmente por meio de adequadas modificações na programação dos conteúdos. Introduzir novos

temas (como estatística), diminuir a ênfase nos processos mecânicos (algoritmos, cálculos em geral), ampliar a presença de problemas da realidade e de jogos, tudo isso traz a matemática para mais perto do universo do aluno e permite que ele perceba a importância social da disciplina.

Quanto ao desenvolvimento da autonomia, as novas tendências aproveitam-se principalmente da possibilidade de recriação do fato matemático por parte de quem aprende.

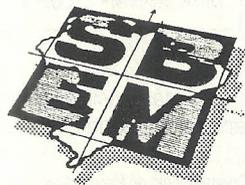
Vamos explicar. A reflexão, por si só, não permite a ninguém saber coisa alguma sobre, por exemplo, a invasão holandesa no nordeste do Brasil ou a localização do mar Cáspio. Isto é, não se pode recriar fatos históricos, geográficos, etc. No entanto, a reflexão permite, sob certas condições, a qualquer ser humano descobrir e também deduzir que a soma das medidas dos ângulos de um triângulo é 180° .

Decorre daí que, utilizando-se recursos didáticos adequados, existe a possibilidade de se conduzir um ensino no qual os alunos reinventem parcialmente a matemática ou, em outras palavras, produzam matemática. Nesse processo, desaparece de imediato aquele autoritarismo atribuído ao professor de matemática, uma vez que ele não é mais a fonte da verdade. Os fatos matemáticos tornam-se compreensíveis pelos alunos, já que eles mesmos os produziram e deixam de ter a aparência dogmática que aparentavam no ensino tradicional. Em suma, a matemática não mais promove a obediência cega.

Os recursos didáticos que viabilizam a produção ou reinvenção da matemática não são essencialmente novos. Incluem especulação (lançar idéias), experimentação (testar hipóteses) e diálogo (para trocar idéias, contestar ou corroborar a validade das hipóteses). A filosofia e a ciência vêm progredindo com base nesses recursos desde a antiga Grécia. A novidade consiste em aproveitá-los na aprendizagem da matemática, o que eventualmente transforma a sala de aula num foro de debates, num exercício de democracia. Essa vivência e as descobertas matemáticas compartilhadas geram, em cada aluno, confiança em seu próprio raciocínio e conduzem à autonomia intelectual.

O trabalho em torno da educação matemática que está gerando o novo ensino também se dá no Brasil. Os pesquisadores brasileiros são reconhecidos em qualquer centro do primeiro mundo. Além disso, eles se organizaram na SBEM (Sociedade Brasileira de Educação Matemática), que começa, pouco a pouco, a levar às escolas e aos professores as novas concepções por meio de publicações, enquanto muitos de seus membros difundem essas idéias em cursos e palestras. Em consequência, surgem em nosso ensino de matemática sinais de que ele se voltará para a realidade e buscará a autonomia do educando.

Ainda parece distante o futuro no qual o ensino de matemática abandone as características negativas que apresenta hoje e passe a contribuir para formar cidadãos conscientes, mas há perspectivas promissoras. Podemos apressar esse futuro procurando conhecer a educação matemática como campo de pesquisa científica e, gradativamente, experimentando as novas propostas na sala de aula. O valor dessa atitude não deve ser subestimado. Ela contribuirá para fortalecer nossa ainda frágil democracia.



POR QUE MUDAR O ENSINO DE MATEMÁTICA?

Nilza Eigenheer Bertoni*

Para grande parte dos adultos, o que sobrou de longos anos de aprendizagem da matemática foi um pequeno punhado de técnicas a que vez por outra eles recorrem, de modo desconfiado e inseguro. Nesse acervo guardado a duras custas, de uma disciplina que consideravam chata e agora consideram misteriosa, difícil e importante, podemos encontrar, variando de pessoa para pessoa, coisas como: as quatro operações com números naturais, com frações e decimais, certa idéia de porcentagem (oriunda mais da vida que dos bancos escolares), a resolução de uma equação simples, quem sabe até a resolução de uma equação 2º grau, algumas figuras e formas geométricas, uma vaga noção das áreas das primeiras e uma nebulosa noção dos volumes das segundas, o teorema de Pitágoras... não muito além disso.

Convenhamos: para tão grande dor foi muito curta a colheita. Tenho pensado quanto tempo levaria para que um adulto alfabetizado, de cultura normal, mas nulo matematicamente, que nunca tivesse aprendido nada dessa ciência a não ser o que a vida ensina a respeito de números e quantidades, pudesse inteirar-se das informações contidas naquele referido acervo. Uma semana? Um mês? Um ano? Minha conjectura é de que nada além desse prazo.

Essa é a realidade do nosso ensino. Os professores, seguindo os livros didáticos e a sua própria formação, esfalfam-se em apresentar aos alunos carradas de regras e processos. A alguns é atribuído algum significado – como no caso das quatro operações – e outros são ensinados como meras técnicas abstratas, como a maioria dos tópicos algébricos. Todos eles, entretanto, são ensinados sem lógica, como mera receita, uma sucessão de apertar botões.

Pensemos, por exemplo, na divisão de frações. O professor ensina que, para dividi-las, devemos fazer uma multiplicação. Também diz que a primeira fração será mantida, mas que a segunda deverá ser invertida. Assim falado, assim feito. Se o professor disser para inverterem as duas e as somarem, todos os alunos agirão assim. Não fazem qualquer interpretação do resultado obtido. Ao dividirem $1/2$ por $1/4$, por exemplo, obterão 2 pelo primeiro processo (correto) e 6 pelo segundo (errado). Para eles tanto faz. Não conseguem explicar nem um nem outro resultado. Trata-se apenas de uma brincadeira – ou de uma chatice – mecânica. Coisas sem nexos. Coisas da matemática.

E são ensinados, a grande maioria, sem aplicações. É como se o professor, a partir de certo ponto, nada devesse em explicações ao aluno ou a si próprio. E lhe bastasse soltar aos

* Departamento de Matemática - UnB

ventos (na sala de aula) as suas intermináveis fórmulas e processos – e que alguém, algum dia, bom proveito fizesse delas.

Algumas conseqüências desse ensino – além da pouca duração e do esquecimento – são facilmente perceptíveis e têm sido muito propaladas: alunos sem raciocínio, sem critérios, sem autonomia. Alunos que serão meros repetidores, com uma visão errônea da matemática, a maioria criando aversão pela mesma – fatores que, por si só, justificariam uma tomada de posição imediata por mudanças nesse ensino.

O que faz, então, que esse ensino – salvo raras exceções – permaneça o mesmo? Acredito haver uma série de fatores envolvidos. Pensar sobre eles poderá ajudar-nos a responder a pergunta-título desse texto.

A causa que tem sido mais imediatamente apontada é a da formação inadequada do professor. Assim, o professor não mudaria o ensino porque não foi preparado para isso, porque não sabe como mudá-lo. Entretanto, mesmo professores que aprendem e vivenciam novas concepções e metodologias em sua formação, em cursos de capacitação ou em congressos, quase não introduzem mudanças em sua prática na sala de aula. Fala-se, então, na resistência do professor a mudanças, em sua inércia e falta de motivação para um esforço maior, dado que a profissão é, em geral, mal remunerada.

Por outro lado, porém, pode parecer ao professor que esse ensino, mesmo como descrito, produz algum resultado, pelo menos aparentemente. Sabemos que há alunos e professores que desenvolvem um certo gosto pelo manusear mecânico característico dessa abordagem, que acaba tendo certo aspecto de joguinhos mecânicos, certa lógica repetitiva. E que dá ao aluno, afinal, algumas ferramentas para serem usadas em situações bem específicas. Também é verdade que uma minoria dos alunos, que se dedicará à matemática profissionalmente, ou que a usará de modo constante em suas profissões, acabará percebendo melhor as relações e a consistência dessa ciência, e fará um uso razoavelmente adequado da mesma.

Existe, ainda, um hábito que acaba gerando a dúvida – se não fosse assim, como seria? Pois esse modo de ensinar matemática está tão seguramente instalado, tão fortemente arraigado entre os professores – reprodução, como já dissemos, de sua própria formação e da maioria dos livros didáticos adotados – e até apoiado inteiramente pelos pais dos alunos, que parecem ver naquelas listas inextrincáveis de exercícios abstratos o próprio caminho para o sucesso dos filhos. Embora os resultados oficiais apontem assustadoramente para a existência de algo gravemente errado na formação matemática das crianças e jovens, isso é atribuído apenas a fatores da "vida moderna" – muita liberdade, televisão, jogos eletrônicos, etc; que acabariam afastando os alunos da obrigação dos estudos.

Persiste, pois, a dúvida. Mudar ou não mudar? Mudar como?

Há que se analisar onde iremos, afinal, usar o aprendido em matemática – sem falar das provas escolares. E nos ocorrem situações do cotidiano, concursos, vestibular, profissões...

Algumas vezes compramos algo que deve ser pesado. Há balanças que dão, além do peso, o preço por quilo e o preço resultante. Outras vezes, o vendedor faz o cálculo. Se temos uma calculadora, podemos conferir. Caso contrário, resta-nos a alternativa de uma estimativa, um cálculo mental aproximado, que nos permita verificar se não houve erro grande. E, para isso, não vamos tentar reproduzir mentalmente um algoritmo, ou uma conta, que na maioria das vezes envolve decimais. Em vez disso, vamos fazer relações, usar nossa compreensão da situação e

nosso senso de matemática.

Imaginemos a situação de comprar 2,600 kg de um produto que custa R\$ 4,80 o quilo. Podemos pensar que 2 quilos custariam 9,60 reais, mais meio quilo seriam mais 2,40 o que dá 12,00, e ainda faltam calcular mais 100 gramas, que nos dá um total de 12,48.

Há adultos capazes desse raciocínio, outros não. Dependeriam de pegar lápis, papel, e tentar fazer a conta $2,600 \times 4,80$, que exige uma perfeita habilidade com a tabuada, com os zeros e com as vírgulas. Tenho trabalhado com crianças desenvolvendo o processo natural descrito acima, que envolve uma compreensão da multiplicação, em particular a de decimais. Fazemos esse tipo de cálculos antes que elas aprendam os algoritmos formais. Note-se que eles desenvolvem a capacidade de estimar o resultado final e de ter um controle sobre esse resultado. Essas crianças sabem o que estão fazendo, compreendem o significado daquilo que fazem. Registram o que fazem de modo mais flexível. Do meu ponto de vista, no que se refere a multiplicações e divisões, as crianças poderiam permanecer operando desse modo até a 4ª série. Ao aprenderem, depois, o algoritmo formal, poderiam entendê-lo mais e perceber que ele é apenas um modo mais abreviado de operar. Considero que há ganhos significativos na capacidade dos alunos de entenderem a matemática e de fazerem relações quando procedemos assim. Entretanto, na concepção vigente de ensino, de formar um aluno-calculadora, dominando – se conseguir – técnicas que não entende nem sabe para que servem, haveria uma perda. Os professores, em geral, ficam muito ansiosos enquanto não "dão" o algoritmo formal.

Outra ocasião de se usar o que se aprende em matemática é nos concursos e vestibulares. Na verdade, eles podem avaliar tanto a extensão quanto a profundidade do conhecimento, tanto a capacidade de memória como a de raciocínio e criatividade. Procuo ler, resolver e conversar com candidatos sobre as questões dessas provas.

Uma das questões é sobre um cubo com volume igual a 1,061208 decímetros cúbicos. Dentro dele há uma pirâmide cuja base é uma das faces do cubo. O vértice da pirâmide coincide com o centro do cubo, ou seja, com o encontro das suas diagonais. Pergunta: qual é o volume da pirâmide?

Muitos alunos disseram que não haviam tentado resolver a questão, pois consideravam difíceis as fórmulas de volume e não se lembravam delas.

Muitos outros pensaram que para ter o volume da pirâmide seria necessário ter o valor do lado do quadrado da base e o de sua altura. Ora, o lado "a" da base era o próprio lado (aresta) "a" do cubo, cujo valor em decímetros, elevado ao cubo, é igual ao volume do cubo. Por fatoração chegaram a $1.061.208 = 2^3 \cdot 3^3 \cdot 17^3 = 102^3$ e daí a $1,061208 = 1,02^3$. Obtiveram, portanto, o valor de "a", como 1,02. O valor da altura da pirâmide é igual à metade desse valor: $h = 0,51$. Como o volume de uma pirâmide vale um terço do produto da área da base pela altura, faltava calcular esse valor: $1/3(a.a.h) = 1/3(a.a.a/2) = 1/3(1,02.1,02.0,51)$.

Por outro lado, houve alunos que pensaram em relacionar o volume da pirâmide descrita

(Vp) com o volume do cubo (Vc). Considerando a fórmula de cada volume e fazendo o quociente entre os dois obtiveram $V_p:V_c = 1/3(a.a.a/2):a^3 = 1/3 \cdot 1/2 = 1/6$.

Encontrei, contudo, uma aluna que me disse ter pensado do seguinte modo: assim como aquela pirâmide estava "encaixada" entre uma face e o centro do cubo, outras 5 poderiam ser encaixadas do mesmo modo, já que são 6 as faces do cubo. Pensou também que, desse modo, as pirâmides "enchiam" o cubo. Logo, o volume de cada uma tinha que ser 1/6 do volume do cubo. Dividiu o número dado por 6 e a questão estava terminada.

Esses modos de resolver ilustram bem como o recurso às fórmulas não se constitui no único, melhor ou mais rápido modo de solucionar um problema. Visualização, compreensão e bom senso podem ajudar muito.

Compreender e relacionar são essenciais numa aprendizagem profícua da matemática. O aprendizado pontual, tópico a tópico, é restrito e pobre. Os conceitos matemáticos se interligam, crescem, tornam-se mais gerais. Assim, um aluno pode aprender porcentagem separadamente de frações e decimais, mas quando entender as relações entre elas terá outro nível de compreensão e outro poder de resolução.

Pensemos, por exemplo, num capital X que rendeu 25% em certo período. Aplicou-se novamente 20% do rendimento. Que porcentagem do capital inicial foi reaplicada?

É mais fácil raciocinar em termos de frações. O rendimento foi de 25% sobre X, que é igual a 25/100 ou 1/4 de X. Desse valor foi investido 20%, que corresponde a 20/100 ou 1/5 do mesmo. Mas 1/5 de 1/4 de X vale 1/20 de X, ou 5/100 de X. Logo, 5% do valor inicial foi reinvestido.

Há casos, em que saber raciocinar pode ajudar a resolver, de modo elementar, problemas que envolveriam fórmulas mais complexas, até de outras disciplinas.

Pedro e João andam em velocidades iguais e correm em velocidades iguais. Eles apostaram corrida numa certa distância. Pedro correu a metade da distância e andou na outra. João correu a metade do tempo total que gastou na corrida e andou na outra metade. Quem ganhou a corrida? (1)

Para resolver esse problema, você pode pensar, compreender a situação e raciocinar ou usar fórmulas da física envolvendo velocidade, tempo e distância. Pode escolher!

O conhecimento vai se adensando e desvelando surpresas mesmo nos níveis elementares. Questões de infinito, inclusive. Quem já não viu que $1/9 = 0,111...$ com a explicação de que este é o resultado da divisão de 1 por 9? Mas como atribuir um sentido a isso, eliminando a estranheza que nos causa?

Pensemos numa fábrica de chocolate que faz certa promoção: cada chocolate vem acompanhado de um cupom. 10 cupons dão direito a 1 novo chocolate, o qual, por sua vez, também contém 1 cupom. Temos, então:

$$10 \text{ cupons} = 1 \text{ chocolate} + 1 \text{ cupom}$$

Dividindo sucessivamente por 10:

$$1 \text{ cupom} = 1/10 \text{ de chocolate} + 1/10 \text{ de cupom}$$

$$1/10 \text{ de cupom} = 1/100 \text{ de chocolate} + 1/100 \text{ de cupom}$$

$$1/100 \text{ de cupom} = 1/1000 \text{ de chocolate} + 1/1000 \text{ de cupom}$$

Agora, pensando que em cada compra unitária, recebo 1 chocolate + 1 cupom, e usando sucessivamente as diversas igualdades acima, teremos:

$$1 \text{ chocolate} + 1 \text{ cupom}$$

$$= 1 \text{ chocolate} + 1/10 \text{ de chocolate} + 1/10 \text{ de cupom}$$

$$= 1 \text{ chocolate} + 1/10 \text{ de chocolate} + 1/100 \text{ de chocolate} + 1/100 \text{ de cupom}$$

$$= 1 \text{ chocolate} + 1/10 \text{ de chocolate} + 1/100 \text{ de chocolate} + 1/1000 \text{ de choc.} + 1/1000 \text{ de cupom}$$

e, como esse processo pode sempre ser continuado, podemos escrever:

$$* 1 \text{ cupom} = 1/10 + 1/100 + 1/1000 + 1/10.000 + \dots \text{ de chocolate}$$

Por outro lado, da igualdade inicial $10 \text{ cupons} = 1 \text{ chocolate} + 1 \text{ cupom}$ obtemos também:

$$9 \text{ cupons} = 1 \text{ chocolate}$$

e portanto

$$* 1 \text{ cupom} = 1/9 \text{ de chocolate}$$

Comparando as duas igualdades assinaladas concluímos que $1/9 = 1/10 + 1/100 + 1/1000 + 1/10.000 + \dots$ ou $1/9 = 0,111111\dots$

Esse engenhoso exemplo nos é dado por uma matemática húngara, Rózsa Péter (2).

Assim, quanto mais avançamos, mais coisas haveria a esclarecer, pelo menos enquanto o iniciante na matemática superior não se tornar um especialista de grande conhecimento nessa ciência, capaz, ele próprio, de fazer todas as relações que seu aprendizado não lhe proporcionou. Relações que ficam desconhecidas para o aluno egresso do curso fundamental, médio ou de curso superior ou para o profissional que se forma em curso superior e não estuda mais matemática. Por exemplo: por que logaritmo, de expoente relacionado a uma base, passa a ser a área sob uma curva? Por que eleger um número e – tão incomum para não matemáticos – como a base **natural** de logaritmos? E como explicar que relacionando números reais incomuns como e , π , e o número complexo i existe uma relação com resultado tão simples como

$$e^{\pi i} = -1 ?$$

Isso equivale a dizer que, multiplicando-se π pelo número complexo i e elevando-se o número irracional e a esse produto, obteremos simplesmente -1 . Ou, substituindo-se π e e por seus valores aproximados, obteremos:

$$(2,718281828459045\dots)^{3,14159\dots i} = -1$$

É verdade que as respostas a essas perguntas estão nos livros de curso superior, escondidas nas entrelinhas de um perfeito mas hermético raciocínio dedutivo. Mas quantos verdadeiramente as internalizam e se lembram delas ?

Entretanto, essas coisas já seriam assunto para outra conversa...

Esses exemplos sustentam – e espero que sejam claros para professores, pais e leigos – o meu ponto de vista de que as técnicas veiculadas pelo ensino atual constituem um aspecto pobre, restrito e pouco revelador da matemática. De leve, também sustentam o ponto de vista de que mesmo o rígido discurso cartesiano lógico-dedutivo, sem preâmbulos nem comentários, sem explicar origens nem finalidades, que não for posteriormente longamente digerido e repensado, é igualmente pouco revelador da matemática.

Sustentam, conseqüentemente, a necessidade de mudanças e apontam para a direção das mesmas: um ensino que envolva compreensão clara dos fatos e conceitos – para o que seguramente pode contribuir uma contextualização adequada dos mesmos, que explicitie as origens e finalidades desses conceitos e que envolva um relacionamento progressivo entre os mesmos. Um ensino rico em saber o que se faz, em raciocínio, em busca lógica de soluções, ao invés do mero recurso de tentar tirar uma fórmula certa da prateleira. Conhecimentos específicos da área da psicologia e de outras podem ajudar-nos na construção desse novo ensino. Em particular, a teoria dos campos conceituais, que " permite localizar e estudar as filiações e as rupturas entre conhecimentos, do ponto de vista de seu conteúdo conceitual". (3). E também a concepção psico-sociogenética do conhecimento humano, que, levando em conta a articulação entre o aspecto cognitivo e o aspecto social do desenvolvimento humano, centra-se num processo interacional de aprendizagem -aquele que considera, na aprendizagem, não só os processos mentais de um indivíduo, tomado isoladamente, mas também o seu contexto sócio-histórico-cultural. (4).

Crianças que relacionam seus conhecimentos e os compartilham podem nos surpreender com suas respostas.

Dada a questão: três alunos foram comer uma pizza. O garçom dividiu-a em 4 partes e deu uma a cada um. Após comerem esse pedaço, o garçom dividiu a parte restante em três pedaços iguais, distribuindo-os aos três. Cada um comeu também esse pedaço. Que parte da pizza cada um comeu?

Uma das crianças respondeu, após um segundo: "1 terço". E explicou: "todo mundo comeu igual primeiro e depois de novo comeu igual, e a pizza acabou, então cada um comeu 1/3". Essa mesma questão, numa classe de ensino comum, sem compreensão clara da matemática envolvida, gera inúmeras dificuldades.

Voltando ao ponto inicial, diríamos que o ensino não muda porque as pessoas – professores e autores de livro, entre outros – têm uma concepção distorcida da matemática, não chegam a compreender sua essência nem a amplitude e flexibilidade do seu uso no contexto de nossa sócio-cultura. Isto é, a representação que fazem da matemática, ou sua concepção da mesma, se aproxima da de um conjunto de regras fixas e imutáveis, a maioria sem explicação.

O ensino prossegue objetivando, portanto, o mesmo produto tradicional – o domínio das regras operatórias, seja na aritmética ou na álgebra.

Creio ser necessária a divulgação de uma visão lógica e social da matemática, com uma compreensão de sua natureza lógica mais profunda do que o mero encadeamento formal, que inclua o significado da construção histórica dessa ciência pelos homens, e as interconexões entre seus variados conceitos.

E seria muito importante que, além de divulgada em revistas, encontros, publicações, essa maneira de ver, sentir e trabalhar a matemática atingisse também as disciplinas dos cursos de formação de professores – tanto os de metodologia como os de conteúdo matemático.

COMENTÁRIOS DE QUESTÕES:

Sobre a divisão de frações: a divisão de $1/2$ por $1/4$ tem que dar 2, pois $1/4$ está contido duas vezes em $1/2$. Ou, contextualizando: meia pizza, dividida em porções de $1/4$, produz duas porções.

Sobre a corrida de Pedro e João: como ambos correm e andam à mesma velocidade, ganha aquele que correr um maior trecho do percurso. Pedro corre metade do percurso. João corre a metade do tempo que gastou, na outra metade, anda. Ora, andando, vai percorrer, nessa metade de tempo, um trecho menor do que percorreu correndo – donde se concluiu que ele correu mais da metade do percurso. Logo, João ganha a corrida.

REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA

- (1) Thompson, Alba.(1992). Cambios Curriculares para el Siglo 21. Education Matemática en las Americas VIII, 109-111. Unesco.
 - (2) Péter, Rózsa.(1964). Playing with Infinity Editora Atheneum, New York.
 - (3) Vergnaud, G.(1991). La théorie des champs conceptuels. Recherches en Didactique des Mathématiques, 10(23): 133-169.
 - (4) Fávero, M.Helena.(1993). Psicologia do Conhecimento. Curso de Especialização à Distância. Universidade de Brasília.
- Bertoni, Nilza Eigenheer (1994). O Ensino de Matemática – Principais Problemas e Desafios. Reunião Técnica Nacional sobre Novas Perspectivas para a Formação do Professor na Área de Matemática. Ministério da Educação e Cultura, Secretaria de Educação Fundamental.Brasília.
- * N.E.Bertoni – Docente aposentada do Departamento de Matemática da Universidade de Brasília.



EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E A QUESTÃO AMBIENTAL

Antonio Carlos Carrera de Souza*

INTRODUÇÃO

A situação de degradação ambiental vivida por diferentes sociedades, no mundo contemporâneo, tem originado em diferentes setores sociais preocupações de ordem científica e, ao mesmo tempo, políticas. Os meios de comunicação de massa divulgam cotidianamente questões de caráter ambiental, fornecendo dados e estimativas. Propostas científicas para solucionar esses problemas são divulgada pela mídia, utilizando-se de instrumentos matemáticos como, por exemplo, porcentagens, estatísticas e gráficos. Entretanto, verifica-se que a escola não incorporou, nos seus procedimentos pedagógicos, a utilização do instrumental matemático como possibilidade para o tratamento da questão ambiental.

Em recentes estudos, organismos ligados à ONU (Organização das Nações Unidas) e dedicados à questão ambiental – como, por exemplo: PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), UICN (União Internacional para a Conservação da Natureza) e WWF (Fundo Mundial para a Natureza) –, apontam alguns caminhos para a sociedade no sentido de como a educação poderá contribuir para modificar a situação atual do planeta Terra.

Indicam, em primeiro lugar, a necessidade de haver a difusão de informação por meio dos sistemas formais e informais de educação para que as políticas e providências necessárias à sobrevivência e bem-estar das diferentes sociedades do mundo possam ser explicadas e entendidas.

Em segundo lugar, indicam que comunidades organizadas e bem informadas podem contribuir em muito para decisões que as afetem diretamente e, ao mesmo tempo, desempenhar um papel indispensável na criação de uma sociedade segura e sustentável.

Recomendam, ainda, que todo esse processo de informação e formação deve buscar a ética mundial para a vida sustentável através da ação em todos os setores da sociedade. E, um caminho seguro para isto será obtido a partir da ajuda das crianças na mudança de atitudes com base na informação das novas idéias que forem aprendendo na escola. Esta ajuda existirá quando houver consciência de que todo sistema influencia sistemas maiores e menores e por eles é influenciado, sejam eles ecológicos, econômicos, sociais ou políticos.

Os dados, porém, referentes à educação em nosso planeta são inquietantes. Em recente publicação da ONU, constatava-se que em relação ao analfabetismo, embora tenha havido progresso nessa área (a alfabetização adulta nos países de menor renda aumentou de 43% em 1970 para 60% em 1985), um quarto da população adulta masculina e metade da população adulta feminina (num total de 900 milhões de pessoas) ainda não pode ler e escrever. O analfabetismo e o desemprego penalizam o pobre com a miséria. A qualidade de vida também

* Departamento de Educação/UNESP/IB/Rio Claro

depende da oportunidade e da capacidade de se ter um lugar na comunidade.

Nesse contexto, entendemos que a escola deve proporcionar ao aluno situações em que se efetuem análises e interpretações da questão ambiental. Localizamos como uma possibilidade pedagógica, adequada à formação para a cidadania, a utilização, na Educação Matemática, da Modelagem Matemática. E, vale dizer, se nos modelos desenvolvidos a questão ambiental for enfocada, obteremos modelos interpretativos do real, de ordem interdisciplinar, pois, dada a complexidade da temática ambiental, é consenso que nenhuma área do conhecimento humano teria por si só condições, tanto teóricas como metodológicas, de dar um encaminhamento mais efetivo às questões de natureza diversa que são colocadas pela mesma.

No caso do ensino de 1º e 2º graus, retoma-se, hoje, o papel da escola na busca da cidadania. Devemos, portanto, estimular os alunos para que utilizem o conhecimento apreendido como instrumento para a interpretação do mundo.

Identificamos uma procura, hoje, no sentido de entender a escola como um espaço onde a contradição se faz presente e, por isso mesmo, com possibilidade de contribuir para se formar o cidadão, estimulando-o a participar e transformar a realidade.

Apesar do enfoque acima exposto, verificamos que, na Educação Matemática proporcionada pela escola de 1º e 2º graus, algumas práticas, ainda são, lamentavelmente, enfatizadas: a memorização, os aspectos descritivos da realidade concreta, o distanciamento cada vez maior do cotidiano e do interesse do aluno gerando, portanto, um conhecimento científico desligado das questões que envolvam a realidade.

O processo educativo pode contribuir para a superação do quadro atual de degradação da natureza. Para isso, é necessário que a escola, enquanto instituição, esteja preparada para incorporar a temática ambiental de forma interdisciplinar. O desenvolvimento de atividades dessa natureza é hoje uma exigência para que a escola cumpra sua função social.

O que se percebe, no entanto, é que, na prática, muito pouco tem sido feito em termos de trabalhos interdisciplinares na escola e, em particular, na Educação Matemática. Essas práticas, quando realizadas, acabam ocorrendo sem o mínimo de objetividade e organização que lhe dêem retorno em termos de ensino e aprendizagem. Para otimizar esta questão, procuramos unir à Educação Matemática, através da Modelagem Matemática, as questões geradas nos estudos das questões ambientais.

Esses são alguns problemas que este ensaio procurará abordar, buscando indicações objetivas em termos de possibilidades e limites no desenvolvimento de propostas que integrem à Educação Matemática atividades oriundas da Temática Ambiental.

A TRAVESSIA AMBIENTAL

Tem-se colocado cada vez mais a necessidade de procurarmos estudar tanto os dinâmicos processos da natureza, como as relações que as diferentes sociedades, no tempo e no espaço, têm estabelecido com o meio ambiente.

A interferência nessa dinâmica, muitas vezes operada de forma irreversível, e as conseqüências dessas atitudes, muitas vezes catastróficas, têm suscitado algumas perguntas e algumas hipóteses sobre a possibilidade futura de vida em nosso planeta.

Organizações ambientalistas têm sugerido que um primeiro passo para alterar este quadro será obtido quando os governos, em parceria com os professores, avaliarem corretamente as novas combinações de habilidades técnicas e profissionais necessárias a uma sociedade sustentável. No entendimento dessas organizações, todos os profissionais precisarão de um amplo conhecimento da operação dos ecossistemas e dos princípios de uma sociedade sustentável.

É interessante observar que, seja qual for o modelo adotado na tentativa de explicar o atual estado de agressão à natureza praticado pela nossa sociedade, e sejam quais forem as alternativas de ação propostas, o processo educativo é visto por todos como uma possibilidade de provocar mudanças e alterar esse quadro.

Não há quem negue a importância de um trabalho educativo que se preocupe em incorporar em suas propostas o conhecimento dos dinâmicos processos da natureza, as alterações que o homem vem provocando nos mesmos e as conseqüências dessas alterações para a vida na Terra. Muitas vezes, porém, a contribuição da educação para as mudanças tão desejadas chega a ser idealizada ou mistificada.

A possibilidade de que programas educativos possam contribuir, tanto do ponto de vista da aquisição de conhecimentos a respeito do meio, como também no tratamento de questões relacionadas com as alterações provocadas pela sociedade na natureza, tem sido desde há muito tempo considerada por diferentes grupos sociais.

No entanto, foi em torno de 1960, acompanhando o movimento mundial acerca da questão ambiental, que se começou a pensar na contribuição do processo educativo, não apenas como um processo de aquisição de conhecimentos, mas também como um instrumento de alerta para a preservação e conservação do planeta. Nesse momento, começam a ampliar-se os objetivos da educação em relação às questões ambientais.

Portanto, uma das metas mais ambiciosas dos programas mundiais que visam à questão ambiental é proporcionar educação primária para todas as crianças e reduzir o analfabetismo. Na questão relativa ao analfabetismo, em geral, a proposta é de reduzir pela metade a taxa de 1 990 de analfabetismo adulto e equiparar a alfabetização masculina e a feminina. Esta meta vem acompanhada de uma recomendação necessária: o ensino nas escolas deveria ser prático e teórico, e estar ligado a projetos de campo. A revisão das formas de uso de energia, papel e outros recursos na escola pode vir a indicar meios de se reduzir o consumo, sem prejudicar as atividades escolares (e com benefícios financeiros). A lição de que a sustentabilidade vale a pena será levada para casa.

A ONU, principalmente através da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura), muito contribuiu para a divulgação dessa nova tendência. Uma série de publicações da UNESCO trata dessa temática e procura explicitar as orientações e tendências mais gerais das propostas que buscam relacionar o processo educativo e a temática ambiental.

É nesse sentido que se coloca a necessidade de que a escola, como instituição, esteja preparada para incorporar a temática ambiental de forma coerente, sem cair nas armadilhas dos modismos, prática freqüente de alguns educadores, e, ao mesmo tempo, entendendo que o desenvolvimento de atividades dessa natureza é hoje uma exigência para que a escola cumpra sua função social.

É importante, por exemplo, que os professores, ao procurarem incorporar a temática ambiental nos seus trabalhos, não entendam que se trata apenas de trabalhar com seus alunos os diferentes aspectos físicos e biológicos da natureza. Ao contrário disso, é necessário que o professor trate adequadamente com seus alunos da questão da relação homem-natureza. Assim, o professor, ao tratar desse tema, deve ter em conta as possibilidades e os riscos de uma abordagem ingênua dessa questão.

O primeiro cuidado é o de evitar o reducionismo biológico, ou seja, considerar que a relação do homem com a natureza possa ser entendida simplesmente a partir da relação que outras espécies biológicas mantêm com o meio. A interação do homem com a natureza está mediada por uma série de fatores historicamente determinados e que dependem da forma como as sociedades se organizam, tendo em vista a produção.

Vale salientar que, na elaboração do referencial para análise dessa problemática, interesses ideológicos se contrapõem. Assim, as interpretações mais difundidas e incorporadas pelo senso comum, provavelmente, serão aquelas que mais contribuirão no sentido de desvelar as contradições presentes no sistema produtivo das sociedades modernas.

Os professores que tiverem interesse em assumir uma postura mais crítica perante o seu trabalho, no que diz respeito às formas como o homem, organizado em sociedade, interage com a natureza, devem ter a possibilidade de entrar em contato com os diferentes instrumentos de análise hoje disponíveis.

Um dos poderosos instrumentos de análises que o homem possui é, sem dúvida, a Matemática. Como reforço a esta afirmação vamos sugerir algumas questões, de cunho ambiental, que podem ser estudadas e debatidas na escola:

- * **Como obter um aumento de 2% a 3% no rendimento médio per capita dos países de menor renda ?**
- * **É possível a redução da mortalidade infantil pelo menos à metade da taxa de 1990, ou a 70 em cada 1000 bebês ?**
- * **É possível obter a eliminação da desnutrição grave e uma redução de 50% na desnutrição moderada ?**
- * **Como gerar o abastecimento para promover o acesso universal à água tratada e 80% de acesso a serviços de saneamento ?**
- * **Formulação de um índice de Qualidade de Vida, que forneça uma eficiente medição do desenvolvimento de cada região ou país.**
- * **É possível 50% das cidades com população superior a um milhão de habitantes, nos países de alta renda e 25% das cidades daquele tamanho nos países de baixa renda implementarem políticas que resultem em sistemas de transporte mais rápidos, seguros e eficientes e com 25% de redução na poluição do ar ?**

Questões como as mencionadas, quando trabalhadas sistematicamente na escola, fornecem aos alunos reflexões oriundas da questão ambiental que têm possibilidade de um tratamento matemático. As análises e interpretações efetuadas são de particular importância para que os alunos possam compreender que a representação de mundo que predomina em

nossa sociedade é um dado histórico. Implica, portanto, entender que em todo tipo de sociedade instituem-se determinadas representações de natureza, economia e qualidade de vida.

Entender essa questão sob essa perspectiva significa admitir que a representação hoje predominante não tenha sido, necessariamente, a mais aceita em outros momentos. Significa, também, admitir a possibilidade de transformação de determinados modelos de interpretação da natureza.

É fundamental que o professor tenha em conta as representações presentes em nosso meio e os matizes e particularidades que essas adquirem entre os alunos. É importante, também, que o professor possa compreender como essas representações foram sendo forjadas no meio social.

É preciso estar claro que a análise das diferentes modalidades de degradação ambiental não deve partir de uma perspectiva fatalista, a qual implica tratar a degradação ambiental como se ela fosse algo natural, que sempre acompanhou a espécie humana, como se ela fosse um mal necessário, ou o preço a pagar pelo progresso, ou o único caminho para o "desenvolvimento". Implica entender que essa situação atual faz parte do destino da humanidade, que é algo já dado, cujo caminho de retorno não existe mais. Essa abordagem em nada contribui para a transformação desse quadro.

Do ponto de vista metodológico fica bastante claro e tem estado presente no discurso ambientalista de forma contundente a impossibilidade de uma única área do conhecimento por si só dar um encaminhamento mais efetivo às questões de origem tão diversas que são colocadas pela mesma. Dessa forma, não haveria outro caminho a não ser o da interdisciplinaridade.

A proposta do desenvolvimento de atividades interdisciplinares, tanto no campo do conhecimento, como no do ensino, não é uma idéia que só aparece neste momento, originada no seio do movimento ambientalista: o tema da interdisciplinaridade tem uma longa tradição.

Consideramos que a questão ambiental deve ter uma abordagem interdisciplinar facilitando, por isso, a criação de modelos teóricos, a partir de procedimentos empíricos obtidos na prática social. Essa abordagem sugere a existência de algoritmos – no sentido lato do termo – que resolvem, em parte, problemas propostos pelo real.

EDUCAÇÃO, ECOLOGIA e EDUCAÇÃO MATEMÁTICA.

Um dos pressupostos, que podemos destacar como aglutinador neste ensaio, é a qualidade de vida. Segundo a ONU, para refletir corretamente este pressuposto é necessário avaliar dois índices simultaneamente: o HDI (Human Development Index) e o HFI (Human Freedom Index).

Os indicadores do HDI possuem três componentes: longevidade, conhecimento ou saber acadêmico e renda.

A longevidade, o primeiro componente, é entendida como a medida de expectativa de vida no nascimento. A vida longa é avaliada porque aumenta a oportunidade de uma pessoa atingir seus objetivos e está ligada à boa saúde e à nutrição adequada.

O Conhecimento ou Saber Acadêmico, outro componente interligado ao primeiro, é

medido pela alfabetização adulta e quantidade média de anos de escolaridade. O conhecimento ajuda as pessoas a realizar o seu potencial e aproveitar as oportunidades.

A Renda, o terceiro indicador, é medida pelo PIB per capita, sendo este ajustado para considerar as diferenças nacionais de poder de compra e o efeito de distorção das taxas de câmbio oficiais (PIB real). Este indicador deve, também, ser ajustado para refletir os rendimentos decrescentes de renda.

O HFI é uma modificação do Guia Mundial dos Direitos Humanos. A pontuação "1" é indicada para cada direito de liberdade que é protegido, e a pontuação "0" para cada direito de liberdade que é violado.

O HDI e HFI, conjugados, são os indicadores da ONU para analisar a qualidade de vida nos diferentes países do mundo a partir do século XXI. A ONU, porém, aponta para a necessidade de desenvolver indicadores mais precisos de qualidade de vida e monitorar os seus resultados. E, aqui, a Matemática tem uma contribuição fundamental para a Ecologia.

Indo um pouco mais à frente, percebemos a importância que esse fato tem para a Educação Matemática. Podemos, por exemplo, nas salas de aula, elaborar análises matemáticas de alguns indicadores, como: serviços de saúde pública, expectativa de vida, incidência de doenças, fornecimento de água potável, condições de povoamento, disponibilidade de alimentos, níveis de poluição e degradação ambiental, níveis de emprego e educação.

Estes estudos, nas aulas de Matemática, além de auxiliarem no aperfeiçoamento dos sistemas de estatísticas sociais, forneceriam aos alunos a possibilidade de discutir as questões ambientais utilizando-se de conhecimentos matemáticos.

Estudos deste tipo permitem analisar e discutir questões, como:

- * **Acesso aos recursos necessários para um padrão de vida digno, em bases sustentáveis;**
- * **Níveis de saúde e nutrição que possibilitem uma vida longa e saudável;**
- * **Educação para que cada pessoa explore o seu potencial intelectual e se torne capaz de contribuir para a sociedade;**
- * **Elementos para uma sociedade sustentável;**
- * **Projetos para recuperação de terra degradada, criação de cinturões verdes e plantio de árvores.**

Aquilo que aqui propomos tem seu fundamento no compreender a realidade para poder pensar sobre ela, analisá-la. Tomar a realidade simbolicamente, através da Linguagem Matemática, é a possibilidade de atingir o real pelo imaginário.

A realidade constitui e é constituída pelo imaginário social, através dos jogos e da encenação de seus atores. Um roteiro de campo, por exemplo, desperta no aluno a vontade de compreender as relações existentes na natureza e a intervenção humana e, a partir desta compreensão, perceber a realidade como um todo.

A QUESTÃO AMBIENTAL E OS PROGRAMAS DE MATEMÁTICA

Como proposta de conclusão, sugerimos aos educadores matemáticos que reflitam na importância, para a cidadania, da discussão e resolução nos programas de Matemática do 1º, 2º e 3º graus das seguintes questões:

* QUESTÕES DE 1º GRAU.

1. Na nossa civilização cada pessoa necessita de 60m^2 para residir, 40m^2 para o seu trabalho, 50m^2 para edifícios públicos e práticas desportivas, 90m^2 para o tráfego e 4000m^2 para a produção de seu alimento, em média. Algumas nações são superpovoadas. Levemos em consideração, por exemplo, a Suíça com 6,4 milhões de habitantes. A extensão de terra cultivável e habitável é de 11000 km^2 . Para quantas pessoas poderia a Suíça prover espaço adequado?

2. Cada cm^2 da superfície da Terra está carregado com uma massa de 1,0 kg de ar. A superfície do planeta é de $5,1 \times 10^8\text{ km}^2$. Um km^2 de uma floresta jovem produz cerca de $2,5 \times 10^5\text{ kg}$ de oxigênio, anualmente. Que proporção isto significa em relação à massa total de oxigênio atmosférico sobre 1 km^2 da superfície da terra?

3. Proponha uma estratégia para o cálculo da área verde de uma árvore. Explique seus procedimentos de coleta de dados e metodologia de trabalho em sala de aula.

* QUESTÕES DE 2º GRAU.

1. As células do corpo humano são, na grande maioria, esféricas. Qual o volume médio das células do corpo humano?

2. A Terra é aproximadamente uma esfera de 40000 km de circunferência. Imaginemos que um arame fosse enrolado em torno do equador de tal esfera. Agora aumentamos de 10m o comprimento requerido de 40000 km e enrolamos o arame novamente de forma que um espaço de medida constante seja deixado entre a Terra e o arame. Um camundongo seria capaz de passar entre o arame e a Terra? Justifique sua resposta.

3. Nevada tem a população que mais rápido cresce entre as de todos os estados dos EUA. A população aumentou de 291000 em 1960 para 480000 em 1970. Admitindo-se um crescimento exponencial, qual é : a) a taxa anual do aumento; b) o tempo de duplicação da população?

4. Faça o estudo do impacto ambiental da construção de um conjunto habitacional para 15000 famílias em uma cidade de um milhão de habitantes. Explícite: fundamentação teórica – ambiental e Matemática – procedimentos de coleta de dados e metodologia de sala de aula.

* QUESTÕES DE 3º GRAU.

1. No Iraque, um envenenamento epidêmico por metilmercúrio matou 459 pessoas em 1972. Seres humanos ficaram expostos ao veneno quando ingeriram pão caseiro, acidentalmente preparado com trigo tratado com um fungicida de metilmercúrio. Os sintomas apareceram somente após semanas de exposição. Admitamos, só para simplificar, que uma pessoa ingira uma dose constante, diária, de veneno e que uma certa percentagem do veneno acumulado

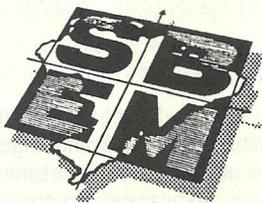
seja excretada diariamente. Encontrar uma fórmula que relacione a quantidade de veneno estocado no corpo relativamente ao número de dias.

2. Crie um modelo matemático para uma sociedade de seres vivos. Tome como hipótese inicial que só existam nascimentos, sem mortes.

3. Retome o modelo criado na questão anterior e estenda o modelo matemático proposto permitindo morte.

BIBLIOGRAFIA

- BASSANEZI, R. C., & BOLDRINI, J. L., & WILSON, C. F., MEYER, J. F. C. A., & PREGNOLATTO, S. A., & VENDITE, L. L., **Biomatemática**, São Carlos: IMECC-UNICAMP-XV CNMAC, 1992.
- BATSCHULET, E., **Introdução À Matemática Para Biocientistas**, Rio de Janeiro: Editora Interciência e São Paulo: EUSP, 1978.
- BROWN, L. R., (ORG), **Qualidade de Vida 1993**, [tradução: Newton Roberval Eichenberg e Maria de Lourdes Eichenberg], São Paulo: Globo. 1993.
- CARSON, S. McB., **Environmental Education. Principles and Practice**, London: Edward Arnold. 1978.
- CARVALHO, L. M., **A Temática Ambiental e a Escola de 1º Grau**, São Paulo: Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado, 1989.
- COUNCIL FOR ENVIRONMENTAL EDUCATION, **What is Environmental Education all about?**, London: Council for Environmental Education, s/d.
- D' AMBROSIO, U., Culture, Cognition and Science Learning. In: **Inter-American Seminar on Science Education**, Report, Panamá: 1984.
-, Developing Mathematics in Third World Countries. In: **International Conference Held in Khartoum**. Proceedings. March, 1978.
- KIDRON, M. e SEGAL, R., **The New State of The World**, New York: Touchstone Book. 1991.
- KRASILCHIK, M., **Educação ambiental na escola brasileira – passado, presente e futuro**, Ciência e Cultura, 38 (12): 1958-1961, 1986.
- SOUZA, A. C. C. de, **Sensos Matemáticos: Uma Abordagem Externalista da Matemática**, Campinas: FE/UNICAMP, Tese de Doutorado, 1992.
- UINCN, PNUMA e WWF, **Cuidando do Planeta Terra: Uma Estratégia para o Futuro da Vida**, [Tradução: Lenke Peres Alves Araújo e José Rubens Siqueira], São Paulo: Editora CL-A Cultural Ltda. 1992.



FUNDAMENTOS FILOSÓFICOS DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Maria Aparecida Viggiane Bicudo*

RESUMO

Este artigo trata dos Fundamentos Filosóficos da Educação Matemática. Ora, mostrar e trabalhar fundamentos exige, de início, que se opte pelos significados atribuídos a fundamentos. Aborda-se pois, dentre os dois sentidos do termo, o aristotélico e o fenomenológico-existencial, apenas este último. Mostra-se que são dois os temas básicos enfocados, ao falar em fundamentos: a "realidade" e o "conhecimento". Foram apresentadas sínteses sobre como esses temas são entendidos na visão fenomenológico-existencial, mostrando-se como podem ser compreendidos à luz da Educação Matemática.

Palavras-chave:

Fundamentos . Realidade . Conhecimento .

INTRODUZINDO O SIGNIFICADO DE FUNDAMENTOS

Esse tema solicita que se fale sobre os **fundamentos** que fazem da Educação Matemática aquilo que ela é, ou seja, que se fale dos princípios que a fundamentam. Explicitar esses fundamentos é um desejo presente naqueles que fazem Educação Matemática, pois, em nível do senso comum e, muitas vezes, também do senso crítico, pensa-se que isso tornaria o trabalho do educador e do pesquisador mais claro, mais simples e mais correto. Pensa-se: sabendo-se qual é o fundamento, é só uma questão de realizá-lo em ações adequadas para que se tenha uma boa Educação Matemática.

Entretanto, pergunta-se: em que perspectiva falar de **fundamentos**? Como entendê-los?

Em Aristóteles, o termo **fundamentos** é usado como "causa, no sentido de razão de ser" (1; pág.453), sendo que a significação de causa, aqui, é aquela pela qual ela contém a explicação e a justificação racional da coisa da qual é causa. O **fundamento**, entendido como razão suficiente, explica a possibilidade da coisa. Isso quer dizer que o fundamento da Educação Matemática explicaria a possibilidade de a Educação Matemática ser deste ou daquele modo.

Nesta perspectiva, os Fundamentos Filosóficos da **Educação Matemática** poderiam ser entendidos como a base filosófica que sustenta a Educação Matemática, a qual seria posta pelas concepções ontológicas, epistemológicas e axiológicas da Educação Matemática.

Na perspectiva da fenomenologia existencial, seguindo-se, por exemplo, o pensar heideggeriano (3), o termo **fundamento** não é entendido como causa de necessidade, mas como liberdade do **existir**, entendido como poder-ser, ou seja, como possibilidades que se atualizam na temporalidade. "O fundamento expressa o condicionamento que o mundo exerce sobre o homem em virtude do próprio enraizar-se do homem no mundo" (1; pág.453). Homem e mundo são equíprimordiais. Portanto, um não fundamenta o outro, mas o existir de ambos se projeta

* Professora Titular de Filosofia da Educação – Rio Claro – IGCE – UNESP

nas possibilidades que se realizam. O sentido de fundamento, nesse enfoque, é o de expressar um condicionamento de não necessidade; é o sentido de "apresentar a razão de uma preferência, de uma escolha, da realização de uma alternativa antes que de outra" (1; pág.453). É um movimento de trabalhar no **sendo**, sem que se busque um ponto de apoio para este fluxo contínuo das possibilidades que se fazem e que deixam de ser.

Neste modo de compreender fundamentos, os Fundamentos Filosóficos da Educação Matemática tratariam de compreender o sentido e as razões das preferências presentes na realização de uma alternativa, posta concretamente em termos de ensino, de aprendizagem e de política educacional, antes que de outra. Mas, para saber dessas preferências é preciso olhar para a própria Educação Matemática que aí está se fazendo, buscando compreender seu caminho e vislumbrar mudanças de rumos, possibilidades de escolhas e facticidades dadas pelo condicionamento mundano.

Neste artigo opta-se por este modo de compreender os fundamentos.

FUNDAMENTOS FILOSÓFICOS DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NA PERSPECTIVA FENOMENOLÓGICO-EXISTENCIAL.

Falar de Fundamentos Filosóficos da Educação Matemática da perspectiva fenomenológico-existencial exige que se pense "realidade" como dinâmica, temporal, histórica, estabelecida pelo próprio encontro homem-mundo e não separada daquele que a olha e a concebe. Este modo de entender a realidade leva a pensar a realidade da Educação Matemática como estando em movimento do tornar-se, do qual participam aqueles que a fazem e a estudam. Sendo assim, não há possibilidade de estudar "a Educação Matemática" de fora, à moda de um pesquisador separado do seu objeto de pesquisa. É preciso analisá-la, isto sim, de dentro do próprio movimento do seu acontecer. É de dentro desse movimento que se pode compreendê-la e interpretá-la. Entretanto, este estudo não ocorre sem esforço consciente, mas é dirigido pelo interrogar constante do "o que é isto, a Educação Matemática?", realidade que ao mesmo tempo nos condiciona, envolvendo-nos e a nossos companheiros e determinando nossos modos de proceder, e é por nós construída.

Isso significa que a Educação Matemática só pode ser compreendida de dentro de sua realidade que é aquela da educação, preferencialmente escolar, considerando-se o contexto histórico-social do mundo condicionante. Como ocorrem o ensino e a aprendizagem da Matemática nas escolas e fora delas; como são produzidos, compreendidos, interpretados, manipulados e valorizados os objetos matemáticos pelas pessoas comuns, pelos professores, pelos pesquisadores e estudiosos da Matemática, pelos alunos dos diferentes graus de ensino e dos diferentes cursos, pelos profissionais das diferentes profissões; como as pessoas que lidam com Matemática desenvolvem seus modos de tratá-la; como os objetos matemáticos são construídos e nomeados, são questões que encaminham o pensar a Educação Matemática, fazendo com que sua realidade vá se tornando menos opaca e permitindo que se mostrem as razões das preferências que viabilizam possibilidades.

Este modo de compreender a realidade nos põe livres, no sentido de que não possuímos uma causa necessária que dirige os acontecimentos para uma direção preestabelecida. Mas nos deixa soltos, lançados no movimento do acontecer que se materializa à medida que as alternativas são escolhidas no próprio fazer de cada um e todos, ao mesmo tempo. É esta visão, solitária e comunitária, particular e global, que faz com que nos percamos no rumo dos acontecimentos, ao mesmo tempo em que deles nos pomos a cavaleiro.

Que rumo dar à Educação Matemática? Essa não é tarefa de um indivíduo isolado, de um governo, de um país, de uma época, de uma cultura. É um trabalho contínuo e permanente de todos e de cada um, trabalho que abarca a tradição (2) da Matemática e a da sua transmissão, as forças conflitantes do presente e o futuro imaginado. Assim, a realidade nos escapa, se dela quisermos nos apropriar como coisa, e nos é pertinente, própria e familiar, se nela nos deixarmos ser sem entregar, mas lúcidos, atuantes, presentes e participantes.

Como nos vemos participantes da realidade matemática e da dos seus objetos? Que realidade é essa? É aquela que se presentifica nos condicionantes mundanos, postos em termos de usos e costumes e de valores atribuídos às atividades matemáticas, tidas como importantes por culturas, e separadoras de pessoas e povos em capazes e incapazes, em inteligentes e não suficientemente desenvolvidos, do ponto de vista científico; postos em termos de signos e de símbolos, de teorias matemáticas e respectivas aplicabilidades tecnológicas, da palavra falada e escrita que veicula um discurso articulador do sentido e do significado percebidos e atribuídos.

Participamos desta realidade ao lidarmos com as idéias matemáticas veiculadas na linguagem, proposicional ou não, compreendendo e interpretando textos e contextos, agindo ao desdobrarmos possibilidades de aplicações de cunho tecnológico, de desenvolvimento de teorias, de modo de produção, de utilização dos signos e dos símbolos. Enfim, dela participamos ao penetrar no mundo dos significados das idealidades matemáticas, objetivadas pela linguagem, colocando-nos diante da sua tradição e presentes à sua história.

Participar da realidade, na ótica aqui exposta, envolve a ação de pensar, articulando sentidos e elaborando significados, imaginando possibilidades, aperfeiçoando o que aí está, decidindo por alternativas, construindo projetos e utensílios, comunicando e produzindo, sendo afetados pelas expectativas e desejos do outro, sempre presente, organizando compreensões, programando ações. Isso significa que, ao participarmos, estamos construindo a realidade ao mesmo tempo que a estamos conhecendo.

Assim, neste enfoque não há separação entre **ontologia**, estudo do que é, e **epistemologia**, estudo do que se conhece e das bases do conhecimento verdadeiro.

Na perspectiva fenomenológico-existencial não se entende o conhecimento como produto de elaborações intelectuais já expressas, de modo articulado, em linguagem proposicional, organizada de um ponto de vista lógico. Isto porque este modo de conceber o conhecimento prioriza as atividades do intelecto, e, ao fazê-lo, estabelece uma distância entre o conhecimento, já posto em termos predicativos, e a compreensão e interpretação pré-predicativa e pré-reflexiva. Essa visão direcionada fortemente para as atividades intelectuais que levam à construção de conceitos e às linguagens predicativa e positiva, dificulta o olhar atento para presença do corpo encarnado (4) que sempre se coloca ao mundo de sua perspectiva, percebendo, movimentando-se, agindo, articulando sentidos, falando, expondo-se, construindo significações, sendo com o outro e pelo outro, vivendo no mundo objetivo da intersubjetividade construída pelas redes de significados científicos, artísticos, ideológicos, religiosos...

Para a fenomenologia existencial, o homem é compreensão do mundo e de si. Compreensão que é existencial e que é a própria vida do corpo encarnado que age percebendo, sentindo-se o sentido que o afeta. Sendo assim, não é preciso que se busquem as ligações entre os conceitos construídos, a linguagem proposicional, as teorias científicas e a vida afetiva, pois estes são desdobramentos das compreensões existenciais, desenvolvidas em muitas possibilidades de interpretação e de comunicação.

Nesta perspectiva, o conhecimento denominado matemático, por exemplo, é uma das possibilidades de desenvolvimento das compreensões pré-predicativas. Olhando, assim, as barreiras e os pré-conceitos estabelecidos histórica e socialmente entre os chamados conhecimentos certos e objetivos e aqueles chamados do senso comum, espontâneos, subjetivos ou por outras denominações, deixam de ter sentido. Passa-se à busca de compreender os modos pelos quais são desenvolvidas as compreensões, olhando-se para as ações executadas, escolhas feitas, formas de expressões utilizadas.

Os dois focos – "realidade" e "conhecimento" - permitem trabalhar de modo profundo e apropriado os Fundamentos Filosóficos da Educação Matemática, pois, necessariamente, se desdobram em questões concernentes à linguagem, à história, à ideologia, aos valores e processos de avaliação, à aprendizagem, à ciência, à Matemática e à sua transmissão.

EXPONDO O SIGNIFICADO DE FUNDAMENTOS FILOSÓFICOS DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Aqueles que fazem Educação Matemática trabalham, ao mesmo tempo, com linguagem e com história, fazem ideologia e dela estão impregnados, atribuem valores e são valorizados. Sendo assim, estão realizando os **fundamentos** da Educação Matemática sem que, muitas vezes, tenham claro para si que **fundamentos** são esses. Isto significa que, neste caso, não têm claras as concepções que subjazem à sua atividade.

O trabalho dos estudiosos que tratam dos Fundamentos da Educação Matemática é tematizá-los, pondo-os em destaque, explicitando as visões de mundo (realidade), de homem e de conhecimento que sustentam as articulações da idéias e atividades da Educação Matemática.

Sendo assim, há diferentes Fundamentações **para** ou **da** Educação Matemática, postas por teorias psicológicas, sociológicas, matemáticas e filosóficas diversas. O importante, do ponto de vista deste artigo, é entender a linha articuladora que as unifica, para que se evite trabalhar, ao mesmo tempo, com concepções conflitantes e, também, para que se saiba, com lucidez, o que se está fazendo, de modo a poder explicitar as razões das preferências por alternativas e pôr-se a cavaleiro dos acontecimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abbagnano, Nicola. Dicionário de Filosofia. São Paulo. Mestre Jou, 1962.
2. Gadamer, Hans-Georg. Truth and Method. Crossroad, New York. The Crossroad Publishing Co. 1975.
3. Heidegger, Martin. Ser e Tempo. Petrópolis. Editora Vozes. 1988.
4. Merleau-Ponty, Maurice. Phenomenology of Perception. London and Henley. Pontledge & Kegan Paul. 1962.



INTERDISCIPLINARIDADE E PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Márcia Regina F. De Brito*
Lucila Diehl T. Fini*

O problema da extinção das Faculdades de Filosofia, Ciências e Letras e da criação das Faculdades de Educação com uma estrutura voltada para e a partir dos Departamentos gerou diversas vantagens, mas trouxe no seu bojo incontáveis prejuízos. Não é objetivo deste artigo analisar vantagens e desvantagens da departamentalização nas Universidades mas é fundamental que seja lembrado esse fato, pois ele é o ponto de referência da proposta que será apresentada sobre a filosofia, montagem e implantação de um curso de Pós-Graduação em Educação Matemática.

A estrutura departamental, a partir de sua implantação, foi gradativamente cristalizando a participação dos pesquisadores em pequenos grupos fechados que, em termos de docência e pesquisa, vinculam-se e integram-se apenas dentro do próprio Departamento. Com poucas exceções, a constituição de grupos de pesquisa, com caráter interdisciplinar, raramente é encontrada.

Dentro dessa estrutura fechada, é difícil viabilizar o desenvolvimento de um programa de Pós-Graduação que atenda a exigência de participação de pesquisadores oriundos de diferentes áreas e com diferentes contribuições acadêmicas para a área, marcadamente interdisciplinar.

A Educação Matemática é uma área recente que, partindo das contribuições da própria Matemática, da Psicologia Educacional, da Filosofia da Educação e, mais recentemente, da Sociologia, trata de explicar os complexos fenômenos componentes do processo de Ensino-aprendizagem da Matemática, situados em diferentes ambientes culturais.

Griffiths e Howson (1974), apontaram a Educação Matemática como uma área relativamente nova e o próprio termo "Mathematics Educators" (Educadores Matemáticos ou Matemáticos-Educadores) é uma designação recente e deve englobar todos aqueles engajados no ensino-aprendizagem de Matemática, envolvendo, particularmente, indivíduos que atuam no ensino, na pesquisa e na formação de novos professores para trabalhar em qualquer um dos Graus de Ensino.

Ora, uma área de tão grande amplitude e com exigências tão diversas de conhecimento deve, necessariamente, incluir indivíduos com formações distintas. Nenhum indivíduo pode ser tão imodesto a ponto de acreditar que domina todas as disciplinas que concorrem para a configuração da área de Educação Matemática. Isso não significa a mera superposição de conhecimento. Significa o intercâmbio, a troca de experiências acadêmicas e de conhecimento, mediados por um objeto comum de estudo, que é o Ensino-Aprendizagem da Matemática inserido em diferentes contextos.

Partindo da idéia de ruptura da compartimentalização do conhecimento e de seu bani-

* Faculdade de Educação - UNICAMP

mento à área restrita das Faculdades e Institutos (e, conseqüente cristalização no exílio dos Departamentos), emerge a proposta de um Programa de Pós-Graduação em Educação, com área de concentração em Educação Matemática voltado para a formação de docentes-pesquisadores. Cabe ressaltar que o importante, neste tipo de Programa de Pós-Graduação não é sua localização física, se é um Programa ou uma área de concentração. O ponto primordial é a concordância entre os elementos que o integram (administração, professores e alunos), da necessidade, relevância e pertinência do trabalho interdisciplinar, onde cada elemento componente da estrutura é fundamental para o funcionamento harmônico da mesma.

Nesse contexto, o objetivo geral do Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática (Mestrado e Doutorado) é expresso da seguinte forma: "Formar docentes-pesquisadores interessados em pesquisar fenômenos relacionados à Educação Matemática, titulando-os como Mestres e Doutores dentro de uma visão interdisciplinar".

Com o propósito de abordar questões concernentes ao ensino, à aprendizagem e ao conhecimento em seus múltiplos aspectos, formas e processos, a Educação Matemática se consubstancia em termos de conteúdos abrangentes, buscando compreender o que existe de relevante para consideração nos tempos atuais, como esse fenômeno foi trabalhado no passado e como evoluiu até o presente.

Essa característica deve dar significado ao Programa e transparecer na sua efetivação, possibilitando identificá-lo por tal aspecto. Assim, este propósito assume feição operacional na medida em que se apresenta em termos mais específicos, vindo a constituir-se em objetivos dos trabalhos dos docentes-pesquisadores envolvidos com essa área. São eles:

1 – Estudar situações de Ensino e de Aprendizagem de Matemática tal como ocorrem no curso da escolaridade e fora dela;

2 – Conhecer, discriminar ou reconhecer parâmetros teóricos que tem subsidiado, historicamente, a compreensão, explicação e predição do ensino e da aprendizagem na área de Educação Matemática;

3 – Identificar e sistematizar as tendências teórico-metodológicas no âmbito de consideração do ensino e da aprendizagem de Matemática e a relação com as questões ambientais;

4 – Produzir conhecimentos novos sobre ações e concepções de ensino e/ou aprendizagem em áreas específicas de conhecimento e na consideração interdisciplinar do contexto sócio-educacional;

5 – Elaborar propostas de mudanças metodológicas e técnicas de ensino concernentes a características da clientela a que se destina e a natureza do conhecimento, quer específico, quer interdisciplinar a ser ensinado.

No processo de enfrentamento das questões da Educação Matemática deve-se ter o cuidado de situar, histórica e socialmente, o ensino, para não se correr o risco de cair em "fórmulas prontas". Não podem ser aceitas reduções tais que desconsiderem os determinantes dos pontos vulneráveis do ensino que, em sua maioria, não são apenas de natureza didática, nem de incompetência ou despreparo de quem ensina e tampouco de quem aprende. É da compreensão do conjunto de fenômenos que compõem a Educação Matemática que emergem

as possibilidades de compreensão das alternativas para redirecioná-los com novos significados.

Assim, a Educação Matemática compreende um campo de conhecimento que se configura tanto no trabalho de pesquisa quanto no elenco de disciplinas relativas à estrutura curricular proposta. Esse campo de conhecimento se consubstancia em questões concernentes à relação ensino-aprendizagem, à relação professor-aluno, às atitudes de professores, alunos e administradores com relação à Educação, ao Ensino e ao conteúdo específico, aos processos cognitivos, ao material dos conteúdos de ensino, à formação e tipo de atuação de professores, à avaliação do ensino e da aprendizagem, dentre outras.

O conteúdo da Área de Educação Matemática implica, por um lado, toda uma gama de estudos sobre o processo de ensino, nas suas diferentes formas e nas várias dimensões que assume, desde análises da situação do ensino atual e/ou passada, até propostas efetivas de mudança, e de avaliação de mudança e inovações, efetuadas quer em nível de indivíduos quer de sistema. Implica, por outro lado, investigações e análises relativas ao processo de aprendizagem, no que se refere à compreensão que os alunos devem/deveriam ter dos conteúdos específicos e à relação desses conteúdos com o contexto social no qual os alunos se inserem. Assim, questões decorrentes de programação de conteúdos, abordagens de ensino, livros textos, material didático elaborado, adequabilidade dos conteúdos às condições dos alunos, são opções inseridas no âmbito da Educação Matemática. Da mesma maneira, o questionamento, a execução e a avaliação de ações específicas, ou de projetos de ação, aliados à análise de processos de ensino-aprendizagem, de condições de aprendizagem dos alunos e de formas de avaliação do ensino e da aprendizagem, são linhas de pesquisa de interesse dessa área, enquanto se pensa na melhoria significativa da qualidade de ensino e na formação básica do escolar e de educadores.

É NECESSÁRIA A PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA?

A Pós-Graduação em Educação Matemática justifica-se a partir da necessidade de aprimoramento da formação de recursos humanos para o ensino em todos os níveis, particularmente no ensino superior.

A análise da formação profissional de docentes (e de pesquisadores) no país, particularmente na área de Matemática, fornece indicadores da qualidade dessa formação que é, quase sempre, verbalista e fragmentada, destacando-se a completa ausência de propostas interdisciplinares em consonância com as exigências próprias do Ensino de Matemática nos vários níveis.

Estudiosos e pesquisadores têm apontado em teses, dissertações, estudos e publicações especializadas as inúmeras falhas existentes no ensino de Matemática. Pode-se perceber que ainda persistem as maneiras mais tradicionais de ensino com ênfase excessiva nas aulas expositivas e na memorização de algoritmos, desconsiderando por completo a experiência anterior do aluno. Os conteúdos matemáticos são apresentados em sua forma final, prontos e acabados, não relevando os processos de construção do conhecimento e as maneiras peculiares dos alunos aprenderem.

Educadores e pesquisadores, cuja preocupação central é a Educação Matemática, vêm trabalhando em vários locais, como, por exemplo, na Faculdade de Educação e no Instituto de Matemática da UNICAMP em Campinas, na Universidade de São Paulo, na UNESP de Rio Claro

e na UFPe de Recife, desenvolvendo pesquisas e elaborando projetos para a melhoria do ensino da Matemática, tentando implantar concepções relativas à Educação Matemática.

O desenvolvimento da área em questão deve levar à criação de programas de Pós-Graduação que adotem abordagens interdisciplinares para a compreensão de questões de ensino-aprendizagem relativas à Educação Matemática.

Além desses aspectos tem sido tentada uma articulação de esforços e de iniciativas comuns no âmbito institucional das Universidades possibilitando interação científica, cognitiva e didático-pedagógica para a formação de recursos humanos mais qualificados para o Ensino de Matemática.

Uma vez que se define como opção institucional da Universidade a interação progressiva e conseqüente com a comunidade, a formação de docentes e pesquisadores do ensino surge como uma das prioridades a ser considerada. Essa opção se faz de forma consciente e madura, dado o cabedal de experiências já desenvolvido com propósitos interdisciplinares, as quais, mesmo situada em pequeno âmbito – envolvendo interação entre duas ou três unidades ou departamentos da Universidade - projeta a possibilidade de ação em âmbito maior, isto é, envolvendo um número cada vez mais significativo de interações das diversas áreas de conhecimento.

A maioria das IES congrega especialistas em Educação e em Matemática, que se envolvem, permanentemente, com os problemas mais relevantes de ensino e que, na medida em que produzem conhecimento específico, voltam-se às preocupações com o uso ou com a divulgação das informações sobre o conhecimento produzido. Nessas relações, converge-se para a mediação escolar na consideração das peculiaridades nacionais e na tentativa de contribuir para a melhoria e aprimoramento do ensino de Matemática. Nessa perspectiva, cria-se um espaço privilegiado de exploração das características próprias de cada instituição com relação à área de Educação Matemática, visão da formação de profissionais pós-graduados que, como fator multiplicador, atuarão nos vários níveis de ensino, a saber: Licenciatura em Matemática (que forma professores de 5ª a 8ª e 2º Grau) e no curso de Pedagogia e curso normal (que forma os professores de pré-escola e 1ª a 4ª séries).

É sabido que várias Instituições de Ensino Superior vêm se aprimorando na formação de profissionais, tanto na Graduação como na Pós-Graduação. Entretanto, são episódios isolados e, dificilmente, se verifica o relacionamento do 3º Grau com os demais Graus de ensino.

Apesar de todo o esforço já dispendido, das novas concepções e novas propostas de Ensino de Matemática, o trabalho desenvolvido em Universidades, Centros e Institutos de Pesquisa e Apoio ao Ensino não é facilmente acessível aos professores das escolas de 1º e 2º Graus. Mesmo os professores, por melhor intencionados que sejam e que desejem desenvolver um trabalho mais eficiente em uma perspectiva renovada, encontram dificuldades.

Professores de 1º, 2º e mesmo 3º graus encontram dificuldades em se manter atualizados e em ter acesso a estudos e pesquisas referentes à Educação Matemática. Os trabalhos nem sempre são amplamente divulgados, e mesmo quando o são, as idéias e propostas podem permanecer obscuras para os professores.

O quadro que se mostra aponta para a necessidade de um trabalho que contribua para a

atualização, aprimoramento e especialização de profissionais, egressos de cursos muitas vezes inadequados, despreparados não apenas em relação a conteúdos de cunhos pedagógicos, como despreparados em relação ao conhecimento matemático.

Com base nos aspectos até aqui assinalados, é extremamente conveniente que um Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática mantenha estreitos vínculos com os demais níveis de ensino e esta vinculação pode ser desenvolvida através dos Laboratórios de Educação Matemática (ou seus correlatos denominados Círculos ou Centros de estudos e pesquisas). Assim, ao invés de permanecerem fechados em seus respectivos Institutos e Faculdades e em seus Departamentos, os docentes, juntamente com os seus orientados (tanto os de Pós-Graduação como os de iniciação científica da graduação) trabalharão em linhas de pesquisa vinculadas a esses laboratórios de ensino de Matemática.

Esses laboratórios, de acordo com a dinâmica e os recursos humanos de cada IES, desenvolveriam atividades que envolvessem, além do pessoal já citado, alunos de Licenciatura em Matemática e professores de 1º e 2º graus. Dentre estas atividades pode-se destacar, dentre outras:

- 1 – Treinamento "pre-service" e "in service";
- 2 – Trabalho junto aos alunos em sala de aula e atendimento individual a alunos que estejam defasados em relação à aquisição de conceitos matemáticos;
- 3 – Construção de material para uso em sala de aula e em outras atividades dos alunos;
- 4 – Acompanhamento das atividades da escola com o objetivo de analisar as propostas curriculares que estão sendo desenvolvidas, visando a integração entre a Matemática e as demais disciplinas do currículo;
- 5 – Participação no planejamento e avaliação das atividades referentes ao ensino da Matemática;
- 6 – Integração nas atividades de pesquisa e ensino, aproximando os pós-graduados dos professores e licenciados, buscando a formação do pesquisador – professor e o treinamento do professor de 1º e 2º Graus, como pesquisador em sala de aula.

É conveniente assinalar que um Programa de Pós-Graduação, de natureza interdisciplinar e que envolve atividades de Aprendizagem – Ensino de Matemática não pode limitar-se ao âmbito restrito da Universidade. Um programa dessa natureza implica em interação contínua com a escola, com professores e alunos, buscando alternativas, fundamentadas em dados de pesquisa que levem à efetiva melhoria do ensino e da aprendizagem de Matemática.

PROFESSORES E ALUNOS

Do exposto até o momento, torna-se evidente a necessidade de agrupamento dos indivíduos em torno das diferentes linhas de pesquisa que compõem a Educação Matemática. Os programas de Pós-Graduação devem ter linhas de pesquisa que reflitam o trabalho interdisciplinar de seus integrantes, isto é, os alunos juntam-se aos professores de acordo com seus interesses de pesquisa. A possibilidade de vinculação extrapola, assim, o aspecto puramente

teórico, pois é imprescindível, neste caso, a compreensão da impossibilidade de se explicar todos os fenômenos por uma única abordagem teórica ou por uma única teoria.

Por essa razão, cada Instituição deve adaptar-se às suas peculiaridades e aos recursos humanos disponíveis, trabalhando com linhas de pesquisa que possam, efetivamente, desenvolver-se e crescer, gerando contribuições significativas à Educação Matemática. Um trabalho desse tipo requer orientação constante e acompanhamento sistemático dos trabalhos de dissertação ou tese, o que leva os professores a optar, na seleção de alunos, por aqueles cujos projetos tenham estreita vinculação com aqueles desenvolvidos pelas linhas de pesquisa.

Assim, o corpo docente de um programa dessa natureza constitui-se por professores não apenas com formação em Matemática, mas por um conjunto de professores-pesquisadores com interesse na área de Educação Matemática e que, preferencialmente, atuem nos Cursos de Licenciatura.

Esses docentes, provenientes da Matemática, Psicologia, Pedagogia, Estatística, Sociologia, ou outra área qualquer, mas com interesse em Educação, e particularmente em Educação Matemática, se agrupam em termos de interesses de pesquisa e são constituídas, em primeiro lugar, as linhas de pesquisa, que à medida do possível, mas não necessariamente, vinculam-se às disciplinas ensinadas na Graduação, estas sim, afetas aos Departamentos.

A importância da ação conjunta destes docentes tanto no ensino como na ação investigativa se configura e se explicita pelas razões seguintes:

- Ensejo de interação contínua através da troca de idéias e de experiências institucionais;
- Perspectivas, por um lado, de desenvolvimento de um programa comum, interdisciplinar, que possa concretizar uma das condições para a fundamentação e o desenvolvimento de propostas que visem a melhoria da qualidade de ensino, isto é, aquela condição que toma como base a interação explícita do binômio pesquisa-docência, com enfoque prioritário na descrição, análise e explicação de processos de aprendizagem do aluno, no âmbito da Educação Matemática.
- Perspectivas, por outro lado, de consideração de aspectos essenciais ou fundamentais da relação ensino-aprendizagem e da Matemática, que poderão nortear procedimentos mais eficientes e eficazes, tanto para a formação docente, quanto para novas formulações de materiais instrucionais direcionados ao 1º, 2º e 3º Grau de Ensino.

Um programa dessa natureza visa atender e fornecer título Acadêmico de Mestre e Doutor a indivíduos com que tipo de formação? A resposta é óbvia: a todos aqueles que desejam aprofundar seus estudos e atuar na área de Educação Matemática e isto compreende não apenas os egressos dos Cursos de Matemática, mas também aqueles indivíduos egressos de Cursos de Psicologia, Pedagogia, Filosofia, Sociologia e Estatística, além de outros, desde que efetivamente possam contribuir para o desenvolvimento da área de Educação Matemática.

É importante ressaltar que um Programa dessa natureza, não pode se restringir apenas à aceitação de egressos de Cursos de Matemática. Um programa que pretende formar o Educador Matemático necessariamente deve ser amplo para acolher profissionais com outra formação em graduação, como, por exemplo, Pedagogia ou Psicologia. O que une os pesqui-

sadores deste grupo é o interesse pela Educação Matemática, a possibilidade de se examinar a aprendizagem e o ensino de Matemática em diferentes contextos e visto de várias perspectivas e não apenas de um ângulo.

Assim, a Pós-Graduação em Educação Matemática não é destacada como profissionalizante, pois não transforma o pedagogo, por exemplo, em matemático e nem o inverso ocorre. O pedagogo, após receber o grau de mestre, continuará a desempenhar as funções de pedagogo, mas agora com uma visão mais abrangente com relação à Educação Matemática e o mesmo ocorrerá com o professor de Matemática que terá também uma outra perspectiva com relação ao ensino-aprendizagem.

É um falso problema dizer que a Educação Matemática é competência única e exclusiva do Matemático, pois é impossível um único profissional dominar adequadamente todos os conhecimentos componentes da área educacional. O mesmo se aplica ao psicólogo educacional, ao filósofo da Educação, etc... porque a nenhum deles é dado o domínio completo do conhecimento de todas as disciplinas envolvidas e o conhecimento da evolução da área da educação desde seu surgimento. Assim, retornamos ao ponto inicial, onde é discutida a possibilidade de Pós-Graduação em Educação Matemática, apenas em uma perspectiva interdisciplinar.

Em trabalho recente, Dias Sobrinho (1994) trata com extrema propriedade o tema, quando afirma que nenhuma disciplina, isoladamente, consegue dar conta do fenômeno social, mostrando a importância da interdisciplinaridade:

O nexu integrador é produto da interdisciplinaridade. A formação do professor deve caminhar no leito generoso da confluência de várias disciplinas, cada qual contribuindo com seus conteúdos, seus métodos e sua práticas. Não se trata, obviamente, de acumulação. Antes, trata-se de trabalho de seleção e sistematização desses conteúdos e métodos diversos e de diferentes origens para a formação de um pensamento e de uma prática pedagógicos integrados e integradores.

No processo de formação de professores, a interdisciplinaridade não prescinde dos conteúdos específicos. Ao contrário, reafirma esses conteúdos e os reorganiza em uma nova ordem, em um domínio próprio. A interdisciplinaridade é exigente do conhecimento dos conteúdos. Sua base são as ciências. Sua relação com esses conteúdos é dinâmica. Interdisciplinaridade é o cimento que liga os conteúdos curriculares e produz um conhecimento que não é soma das partes, mas uma síntese nova, construída por uma atitude em permanente busca da integração. Essa função só pode ser exercida pela escola. Dentre as escolas, a Universidade é o lugar competente das escolhas e da sistematização dos conhecimentos e da sua produção como pedagogia.

Partindo das idéias presentes neste texto e tendo a interdisciplinaridade como fator fundamental da Pós-Graduação, a Faculdade de Educação da UNICAMP criou e encontra-se em fase de implantação o Mestrado e Doutorado em Educação Matemática, como área de Concentração do Programa de Pós-Graduação em Educação.

Essa área de concentração trabalha a Educação Matemática como uma atividade eminentemente interdisciplinar, reunindo professores de várias unidades sendo que os trabalhos de

pesquisa ligam-se as seguintes linhas:

- 1 – Formação de professores de Matemática;
- 2 – Psicologia e Educação Matemática;
- 3 – Prática Pedagógica;
- 4 – Educação Estatística;
- 5 – Educação Matemática e Ambiental (que inclui a Etnomatemática e a Modelagem Matemática);
- 6 – Fundamentos Filosóficos e Históricos da Educação Matemática.

As disciplinas cursadas pelos alunos incluem relatos de pesquisa e fundamentos teóricos relacionados ao conteúdo. Os alunos de mestrado cursam obrigatoriamente as disciplinas: Educação Matemática, Estatística, Metodologia da Pesquisa em Educação e Psicologia da Educação Matemática, além de disciplinas escolhidas de acordo com o projeto de dissertação ou tese que o aluno irá desenvolver.

Pelo seu caráter interdisciplinar esse programa exige a participação de pesquisadores oriundos de diferentes áreas e, mesmo no desenvolvimento das atividades de orientação, é fundamental que o grupo envolvido atue em um sistema participativo.

Finalizando, é importante salientar que um programa dessa natureza requer o envolvimento efetivo dos orientadores com seus orientados, inclusive com possibilidade de participação de alunos de graduação, que se interessem pela iniciação científica nessa área, pois é a partir desse envolvimento em pesquisa e atividades de ensino, que as linhas de investigação terão maior possibilidade de evoluir.

BIBLIOGRAFIA

- BICUDO e outros (1993). Pensando a Pós-Graduação em Educação, Piracicaba: UNIMEP
- BRITO, M. R. F. e FINI, L. D. T. (1991). Pós-Graduação e Ensino: Perspectivas para a Pós-Graduação em Educação Matemática. EPEM, São Paulo: USP (Mimeo).
- DIAS SOBRINHO, J. (1994). Pós-Graduação e Formação de Professores de Ensino Superior, Mimeo, palestra proferida no III Congresso Paulista de Formação de Educadores, Águas de São Pedro, no prelo.
- GROUWS, D. A. (Ed) (1992). Handbook of Research on Mathematics Teaching and learning, New York: Mac Millan Publishing Company, 3 – 37.
- MACHADO, S. D. A. (1993). A pesquisa em Educação Matemática: Uma retrospectiva das discussões ocorridas nos ENEM's e EPEM's, Revista de Educação Matemática. SBEM-SP, Ano I, nº 1.

