

Beatriz S.D'Ambrosio *

A comunidade de Educação Matemática internacionalmente vem clamando por renovações na atual concepção do que é a matemática escolar e de como essa matemática pode ser abordada (ver Cockcroft, 1982; NCTM, 1989). Questiona-se também a atual concepção de como se aprende matemática.

Sabe-se que a típica aula de matemática a nível de primeiro, segundo ou terceiro graus ainda é uma aula expositiva, em que o professor passa para o quadro negro aquilo que ele julga importante. O aluno, por sua vez, copia da lousa para o seu caderno e em seguida procura fazer exercícios de aplicação, que nada mais são do que uma repetição na aplicação de um modelo de solução apresentado pelo professor. Essa prática revela a concepção de que é possível aprender matemática através de um processo de transmissão de conhecimento. Mais ainda, de que a resolução de problemas reduz-se a procedimentos determinados pelo professor.

Algumas conseqüências dessa prática educacional têm sido observadas e estudadas pelos educadores matemáticos (ver Schoenfeld, 1985). Faremos em seguida um breve levantamento de alguns aspectos que nortearão a discussão no desenrolar do texto.

Primeiro, alunos passam a acreditar que a aprendizagem de matemática se dá através de um acúmulo de fórmu-

las e algoritmos. Aliás, nossos alunos hoje acreditam que fazer matemática é seguir e aplicar regras. Regras essas que foram transmitidas pelo professor.

Segundo, os alunos acham que a matemática é um corpo de conceitos verdadeiros e estáticos, do qual não se duvida ou questiona, nem mesmo nos preocupamos em compreender porque funciona. Em geral, acreditam também, que esses conceitos foram descobertos ou criados por gênios.

O aluno, acreditando e supervalorizando o poder da matemática formal perde qualquer auto-confiança em sua intuição matemática, perdendo, dia a dia, seu "bom-senso" matemático. Além de acreditarem que a solução de um problema encontrada matematicamente não estará, necessariamente, relacionada com a solução do mesmo problema numa situação real.

É bastante comum o aluno desistir de solucionar um problema matemático, afirmando não ter aprendido como resolver aquele tipo de questão ainda, quando ele não consegue reconhecer qual o algoritmo ou processo de solução apropriado para aquele problema. Falta aos alunos uma flexibilidade de solução e a coragem de tentar soluções alternativas, diferentes das propostas pelos professores.

O professor hoje também tem uma série de crenças sobre o ensino e a apren-

dizagem de matemática que reforçam a prática educacional por ele exercida. Muitas vezes ele se sente convencido de que tópicos da matemática são ensinados por serem úteis aos alunos no futuro. Esta "motivação" é pouco convincente para os alunos. Principalmente numa realidade educacional como a brasileira em que apenas uma pequena parte dos alunos ingressantes no primeiro ano escolar termina sua escolaridade de oito anos obrigatórios.

Para o entendimento de muitos professores o aluno aprenderá melhor quanto maior for o número de exercícios por ele resolvido. Será que de fato essa resolução de exercícios repetitivos de certos algoritmos e esquemas de solução geram o aprendizado?

Os professores, em geral, mostram a matemática como um corpo de conhecimentos acabado e polido. Ao aluno não é dado em nenhum momento a oportunidade ou gerada a necessidade de criar nada, nem mesmo uma solução mais interessante. O aluno, assim, passa a acreditar que na aula de matemática o seu papel é passivo e desinteressante.

Uma das grandes preocupações dos professores é

(*) Doutora em Educação Matemática pela Indiana University - USA, atualmente lotada no Educational Development College of Education, University of Delaware, Newark, Delaware - USA.

com relação à quantidade de conteúdo trabalhado. Para esses professores o conteúdo trabalhado é a prioridade de sua ação pedagógica, ao invés da aprendizagem do aluno. É difícil o professor que consegue se convencer de que seu objetivo principal do processo educacional é que os alunos tenham o maior aproveitamento possível, e que esse objetivo fica longe de ser atingido quando a meta do professor passa a ser cobrir a maior quantidade possível de matéria em aula.

Em nenhum momento, no processo escolar, numa aula de matemática geram-se situações em que o aluno deva ser criativo, ou onde o aluno esteja motivado a solucionar um problema pela curiosidade criada pela situação em si ou pelo próprio desafio do problema. Na matemática escolar o aluno não vivencia situações de investigação, exploração e descobrimento. O processo de pesquisa matemática é reservado a poucos indivíduos que assumem a matemática como seu objeto de pesquisa. É esse processo de pesquisa que permite e incentiva a criatividade ao se trabalhar com situações problemas.

A proposta de trabalho a ser discutida a seguir envolve uma tentativa de se levar em conta as concepções dos alunos e professores sobre a natureza da matemática, o ato de se fazer matemática e como se aprende matemática. Essas concepções terão que ser modificadas para que se possa ter uma renovação no ensino da matemática.

Diversas são as atuais linhas de pesquisa e propostas de trabalho lidando com a

pergunta: como ensinar matemática hoje? Trataremos aqui daquelas que procuram alterar a atual concepção do que vem a ser a matemática escolar e mais ainda, de como se dá a aprendizagem da matemática. Optamos pelas propostas que colocam o aluno como o centro do processo educacional, enfatizando o aluno como um ser ativo no processo de construção de seu conhecimento. Propostas essas onde o professor passa a ter um papel de orientador e monitor das atividades propostas aos alunos e por eles realizadas.

Estas propostas partem do princípio de que o aluno está constantemente interpretando seu mundo e suas experiências e essas interpretações ocorrem inclusive quando se trata de um fenômeno matemático. São as interpretações dos alunos que constituem o se saber matemática "de fato". Muitas vezes o aluno demonstra, através de respostas a exercícios, que aparentemente compreendeu algum conceito matemático; porém, uma vez mudado o capítulo de estudo ou algum aspecto do exercício, o aluno nos surpreende com erros inesperados. É a partir do estudo dos erros cometidos pelos alunos que poderemos compreender as interpretações por eles desenvolvidas.

Entremos em detalhes a respeito de algumas propostas baseados nesta abordagem. A resolução de problemas como proposta metodológica, a modelagem, o uso de computadores (linguagem LOGO e outros programas), a etnomatemática, a história da matemática como motivação para o ensino de tópicos do currí-

culo, e o uso de jogos matemáticos no ensino são alguns exemplos de propostas de trabalho visando a melhoria do ensino de matemática segundo uma perspectiva construtivista (para maiores detalhes a respeito de teorias construtivistas aplicadas ao ensino da matemática veja Liben, 1987).

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A colocação de uma maior ênfase na resolução de problemas no currículo de matemática tem sido amplamente discutida na comunidade de Educação Matemática, internacionalmente. Atualmente, esta preocupação encontra-se expressa nas novas propostas curriculares que surgem mundialmente, inclusive no Brasil.

Nota-se que os estudos iniciais sobre resolução de problemas propunham um ensino sobre diferentes heurísticas e passos na resolução de problemas. Muitas vezes essa abordagem gerava um ensino visando o ocasional envolvimento com a resolução de problemas. Hoje a proposta está um tanto modificada e a resolução de problemas é encarada como uma metodologia de ensino em que o professor propõe ao aluno situações problemas caracterizadas por investigação e exploração de novos conceitos. Essa proposta, mais atual, visa a construção de conceitos matemáticos pelo aluno através de situações que estimulam a sua curiosidade matemática. Através de suas experiências com problemas de naturezas diferentes o aluno interpreta o fenômeno matemático e procura explicá-lo

dentro de sua concepção da matemática envolvida. O processo de formalização é lento e surge da necessidade de uma nova forma de comunicação pelo aluno. Nesse processo o aluno envolve-se com o "fazer" matemática no sentido de criar hipóteses e conjecturas e investigá-los a partir da situação problema proposta.

Obviamente a explicação acima é resumida e tem como objetivo apenas expor como esta linha de pesquisa vem caminhando hoje. É claro que há ainda espaço para o trabalho com heurísticas e passos de resolução segundo o modelo de Pólya, porém, esses têm sido menos enfatizadas na nova concepção de resolução de problemas.

MODELAGEM

A modelagem matemática tem sido utilizada como uma forma de quebrar a forte dicotomia existente entre a matemática escolar formal e a sua utilidade na vida real. Os modelos matemáticos são formas de estudar e formalizar fenômenos do dia a dia. Através da modelagem matemática o aluno se torna mais consciente da utilidade da matemática para resolver e analisar problemas do dia-a-dia. Esse é um momento de utilização de conceitos já aprendidos. É uma fase de fundamental importância para que os conceitos trabalhados tenham um maior significado para os alunos, inclusive com o poder de torná-los mais críticos na análise e compreensão de fenômenos diários¹.

ETNOMATEMÁTICA

A proposta de trabalho numa linha de etnomatemá-

ca tem como objetivo primordial valorizar a matemática dos diferentes grupos culturais. Propõe-se uma maior valorização dos conceitos matemáticos informais construídos pelos alunos através de suas experiências, fora do contexto da escola. No processo de ensino propõe-se que a matemática, informalmente construída, seja utilizada como ponto de partida para o ensino formal. Procura-se eliminar a concepção tradicional de que todo conhecimento matemático do indivíduo será adquirido na situação escolar e, mais ainda, de que o aluno chega à escola sem nenhuma pré-conceitualização de idéias matemáticas. Essa proposta de trabalho requer uma preparação do professor no sentido de reconhecer e identificar as construções conceituais desenvolvidas pelos alunos.

Veja alguns exemplos de trabalho desenvolvido nesta linha por Carraher, Carraher & Schlieman, 1988, D'Ambrosio, 1986; Gerdes 1988, Lancy, 1983; Saxe e Posner, 1983.

HISTÓRIA DA MATEMÁTICA

A história da matemática tem servido para alguns pesquisadores como motivação para o trabalho com o desenvolvimento de diversos conceitos matemáticos. Esta linha de trabalho parte do princípio de que o estudo da construção histórica do conhecimento matemático leva a uma maior compreensão da evolução do conceito, enfatizando as dificuldades epistemológicas inerentes ao conceito que está sendo trabalhado. Essas dificuldades his-

tóricas têm se revelado as mesmas muitas vezes apresentadas pelos alunos no processo de aprendizagem.

Esse estudo está muito relacionado com o trabalho em etnomatemática, pois mais e mais são revelados estágios de desenvolvimento matemático em diferentes grupos culturais que se assemelham aos estágios de desenvolvimento histórico de diversos conceitos.

Veja exemplos de trabalhos nesta linha de história da matemática em obras de Gaston Bachelard que apresenta uma fundamentação filosófica para os obstáculos epistemológicos no desenvolvimento conceitual; Roland Garcia que elabora sobre a construção histórica do conhecimento; Michele Artigue que apresenta estudos metodológicos de uso de apresentação do desenvolvimento histórico de conceitos matemáticos para o ensino de diversos tópicos.

O USO DE COMPUTADORES

Diversos são os grupos estudando o uso de computadores no ensino da matemática. Enquanto há grupos desenvolvendo os chamados programas de Instrução Assistida por Computadores, em que o ensino por treino e teste é reforçado e enfatizado, há também grupos utilizando a

¹ Diversos grupos trabalham com essa linha metodológica hoje em dia. Veja, por exemplo, o trabalho realizado na Holanda (grupo de Pesquisa sob orientação do Prof. Jan de Lange), nos Estados Unidos (UMAP) e no Brasil (grupo de pesquisas sob orientação do prof. Rodney Bassanezi, na UNICAMP).

mesma tecnologia para desenvolver um trabalho moderno baseando-se numa linha psicológica construtivista de aprendizagem.

Em geral esses programas procuram criar ambientes de investigação e exploração matemática. Exemplos de programas com essa abordagem são o trabalho com o LOGO e o "Geometric Supposer".

Embora de estrutura bem diferentes esses dois programas têm algo em comum. O LOGO é uma linguagem de programação em que o aluno trabalha com a construção de conceitos matemáticos através da programação de pequenos projetos (ver Papert, 1985); já o "Geometric Supposer" é um programa que cria um ambiente de investigação na geometria (ver Yerrushalmy, 1986). Através da exploração de diversos exemplos de fenômenos geométricos (difíceis de se investigar sem o auxílio deste programa) o aluno levanta hipóteses e conjecturas sobre os mesmos, partindo em seguida para a demonstração dos mesmos.

Acredita-se que metodologia de trabalho desta natureza tem o poder de dar ao aluno a auto-confiança na sua capacidade de criar e fazer matemática. Com essa abordagem a matemática deixa de ser um corpo de conhecimentos prontos e simplesmente transmitidos aos alunos e passa a ser algo em que o aluno faz parte integrante no processo de construção de seus conceitos.

Perazzo

JOGOS MATEMÁTICOS

Muitos grupos de trabalho e pesquisa em Educação

Matemática propõem-se uso de jogos no ensino da matemática. Um grupo em particular, o Pentathlon Institute², vê os jogos como uma forma de se abordar, de forma a resgatar o lúdico, aspectos do pensamento matemático que vêm sendo ignorados no ensino. Com uma tendência no nosso ensino à supervalorização do pensamento algorítmico tem-se deixado de lado o pensamento lógico-matemático além do pensamento espacial. A proposta deste grupo é de desenvolver através de jogos de desenvolvimento de estratégias esses dois tipos de raciocínio na criança, além de trabalhar, também, a estimativa e o cálculo mental. Acredita-se que no processo de desenvolvimento de estratégias de jogo o aluno envolve-se com o levantamento de hipóteses e conjecturas, aspecto fundamental no desenvolvimento do pensamento científico, inclusive matemático.

Claramente esta é mais uma abordagem metodológica baseada no processo de construção do conhecimento matemático do aluno através de suas experiências com diferentes situações problemas, colocadas aqui em forma de jogo.

Como se vê, são diversas as linhas metodológicas enfatizando a construção de conceitos matemáticos pelos alunos, onde eles se tornam ativos na sua aprendizagem. Em todos esses casos os alunos deixam de ter uma posição passiva diante da sua aprendizagem da matemática. Eles deixam de acreditar que a aprendizagem da matemática possa ocorrer como conseqüência da absorção de

conceitos passados a eles por um simples processo de transmissão de informação.

O mais interessante de todas essas propostas é o fato de que elas se complementam. É difícil, num trabalho escolar, desenvolver a matemática de forma rica para todos os alunos se enfatizarmos apenas uma linha metodológica única. A melhoria do ensino de matemática envolve, assim, um processo de diversificação metodológica, porém, tendo uma coerência no que se refere a fundamentação psicológica das diversas linhas abordadas.

BIBLIOGRAFIA

- CARRAHER, T. (org.). (1988). *Na vida dez, na escola zero*. São Paulo: Cortez Editora.
- COCKCROFT, W.H. (org.). (1982). *Mathematics Counts*. Report of the Committee of Inquiry into the Teaching of Mathematics in Schools. London: Her Majesty's Stationery Office.
- D'AMBROSIO, U. (1986). *Da realidade à Ação: Reflexões sobre Educação (e) Matemática*. Campinas, SP: Summus/UNICAMP.
- GERDES, P. (1988). On Possible uses of Traditional Angolan Sand Drawings in the Mathematics Classroom. E: *Educational Studies in Mathematics*. Vol. 19, p. 3-22.

² No Brasil, os trabalhos do Pentathlon Institute com jogos matemáticos podem ser conhecidos através do grupo de estudos do Laboratório de Ensino de Matemática da UNICAMP.

- LANCY, D.F. (1983). **Cross cultural studies in cognition and mathematics.** New York: Academic Press.
- LIBEN, L.S. (org.). (1987). **Development & Learning: Conflict or Congruence?** New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- NCTM (1989). **Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics.** Commission on Standards for School Mathematics of the National Council of Teachers of Mathematics. New Jersey: National Council of Teachers of Mathematics.
- PAPERT, S. (1985). **LOGO: Computadores e Educação.** São Paulo: Brasiliense.
- SAXE, G.B. & POSNER, J.K. (1983) The Development of numerical cognition: Cross-cultural perspectives. In H.P. Ginsberh (org.), **The Development of Mathematical thinking.** (pp. 291-317). New York: Academic Press.
- SCHOENFELD, A.H. (1985). **Mathematical Problem Solving.** New York: Academic Press.
- YERRUSHALMY, M. & HOU-DA, R.A. (1986). The Geometric Supposer: Promoting Thinking and Learning. In: **The Mathematics Teacher.** Vol. 79 - n.º 6, Setembro.