

TENDÊNCIAS ATUAIS DO ENSINO E APRENDIZAGEM DA MATEMÁTICA

Tânia M.M. Campos*
Terezinha Nunes**

Introdução

A Matemática é uma ciência que estuda relações. É também uma maneira de pensar. Ao longo da história, a Matemática desenvolveu sistemas de representação e modelos de análise que nos permitem pensar sobre os eventos e fenômenos, fazendo análises que não seriam possíveis sem esses sistemas de representação. Por isso, o ensino da Matemática não interessa apenas aos matemáticos ou aos futuros matemáticos, mas a todos. A interpretação de gráficos, a análise de relações, a mensuração, a modelação de fenômenos são técnicas comuns da Matemática utilizadas nos mais diversos contextos. Nas ciências e na tecnologia a Matemática tem um papel fundamental como instrumento de análise e previsão. Mesmo na vida cotidiana pode ser necessário compreender o que significam percentagens, proporções, frações, constantes e variáveis em uma situação, ou que impacto têm as diferentes fórmulas para o cálculo da inflação sobre o salário.

Nem sempre os alunos dominam facilmente os sistemas de representação e as maneiras de pensar desenvolvidos pela Matemática. Um sistema pode, por exemplo, requerer que conceitos usados de modo apenas intuitivo na vida diária, sejam formalizados para que o sujeito compreenda

o sistema de representação. Por exemplo, intuitivamente, muitos alunos compreendem que a adição e a subtração, a multiplicação e a divisão são, respectivamente, inversas. No entanto, muitos alunos realizam essas inversões intuitivamente, sendo-lhes difícil compreender a representação algébrica e as manipulações com expressões algébricas, encontrando dificuldades marcadas no uso da inversão. Outra dificuldade comumente observada consiste em lidar com medidas intensivas (cf. Schwartz. 1988. para maiores explicações). Enquanto as medidas extensivas e suas operações são facilmente compreendidas, as medidas intensivas causam dificuldades de compreensão, embora elas sejam de grande utilidade na vida diária e nas ciências.

Portanto, a Educação Matemática é uma parte essencial da educação, tão essencial como a leitura e a escrita, mesmo para aqueles alunos que não pretendem avançar em Matemática como uma ciência. Muitos de seus conceitos básicos são fundamentais também em outras ciências e importantes no trabalho e na vida diária. Não nos referimos aqui à aprendizagem de conteúdos matemáticos, considerados no nível que interessa aos matemáticos — como o conjunto dos números naturais, inteiros, ou racionais — mas aos conceitos envolvidos na compreensão desses números sobre os quais o matemático teoriza.

Nesse número do Em Aberto, são discutidos distintos ângulos da aprendizagem e do ensino de Matemática. Ao propor um número do Em Aberto dedicado a esse tema, tínhamos diversas preocupações, que exploramos a seguir.

A educação matemática e seu papel nas sociedades contemporâneas

Não é possível negar que as relações entre pessoas em um país e entre países no mundo atual são marcadas pelas desigualdades. Falamos em

* Da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP).

** Da Universidade de Londres.

países desenvolvidos e em desenvolvimento, assim como falamos em classes dominantes e classes dominadas, quando nos referimos às desigualdades no mundo atual. As desigualdades são o produto de um longo processo histórico que envolve fatores econômicos e políticos, tanto no nível das relações entre países como no nível das relações entre classes. Dentro dessas desigualdades situam-se as diferenças educacionais. A educação não pode ser vista nem como a causa dessas diferenças nem como um remédio que possa saná-las. As diferenças educacionais entre países e entre classes sociais fazem parte de uma constelação de fatores que se reforçam mutuamente na manutenção do *status quo*. Faz parte da pobreza, em qualquer país, a existência de níveis educacionais mais baixos, como faz parte das diferenças entre países desenvolvidos e em desenvolvimento, a manutenção de sistemas educacionais de diferentes níveis de qualidade e eficiência.

Isto significa que a educação não é totalmente autônoma ou autode-terminante. Ainda assim, as mudanças educacionais podem ser estimuladas e promovidas no Brasil sem que existam de antemão as condições que tornariam o sistema educacional mais efetivo. O que não ocorre "naturalmente" na sociedade (como, por exemplo, a exposição de todos os jovens a situações que os motivem para a aprendizagem escolar ou a acumulação de um capital cultural importante para o sucesso na escola) pode ser provocado dentro do próprio ambiente escolar. As mudanças educacionais são essenciais à implantação de propostas que visem à justiça social, quando se consideram as desigualdades dentro do país e que visem ao desenvolvimento em termos da colocação do país no plano internacional.

Mais especificamente, a Educação Matemática coloca-se como um dos aspectos da educação básica mais relevante ao desenvolvimento técnico-científico de um país. Essa relevância mostra-se, no nível individual, em termos das vias de acesso aos cursos de ciências exatas e a cursos de orientação tecnológica, como os de engenharia. O sucesso em Matemática

é, tanto no Brasil como em outros países, condição essencial para o ingresso nesses cursos, onde hoje estão inscritos alunos das classes dominantes em proporções muito maiores do que os alunos das camadas populares, mesmo quando essas proporções são consideradas dentro do quadro de desigualdades no acesso à universidade (Weber, 1980). A elitização desses cursos, além de dificultar a igualdade social, também dificulta o progresso científico-tecnológico do país. Discutem-se hoje nas empresas em países desenvolvidos as mudanças no mercado de trabalho, necessárias à adaptação a uma nova realidade produtiva, que envolvem transformações no conceito de capacitação e responsabilidade daqueles que atuam nas linhas de produção (Glick, 1993). Resnick (1993) sugere que, se não houver mudanças drásticas na forma de produção nos países em desenvolvimento, a produção de artefatos em que está envolvido menor custo tecnológico será cada vez mais transferida dos países desenvolvidos para aqueles em desenvolvimento, enquanto que os produtos que envolvem a participação de alta tecnologia estarão restritos aos países desenvolvidos, reforçando-se as desigualdades tecnológicas e sociopolíticas. A fim de bloquear essa tendência é necessário que os países em desenvolvimento promovam um processo de qualificação técnico-científica de grande vulto, de modo a colocar em serviço na linha de produção mão-de-obra muito mais qualificada do que aquela hoje disponível. Segundo Resnick (1993), esse processo de qualificação deve iniciar-se na escola primária na Educação Matemática e científica que é oferecida às crianças e aos jovens. Uma Educação Matemática e científica alienante, que não promove maneiras de pensar e apenas estimula a reprodução de técnicas de resolução de problemas, constitui o primeiro obstáculo ao salto qualitativo que os países em desenvolvimento devem dar, para buscar maior igualdade no campo das relações internacionais.

Em síntese, a educação é parte de uma constelação de fatores que caracterizam uma sociedade. No entanto, a escola tem um certo grau de autonomia, que a torna um dos desencadeadores de um processo mais amplo de mudança, que visa à justiça social, no âmbito do país e ao

desenvolvimento científico-tecnológico do país, no âmbito internacional. Para que a educação possa desempenhar esse papel, no entanto, parece necessário repensar a própria educação.

Novas concepções de educação matemática

Nossos alunos vivenciam na escola uma prática de Educação Matemática que não corresponde àquela discutida na introdução desse trabalho. O ensino de Matemática foi, e ainda é, caracterizado nos meios oficiais, por um currículo a ser cumprido, uma lista de tópicos a ser estudada e não como uma forma de pensar. Na versão oficial do ensino de Matemática, considera-se apenas a Matemática. No entanto, entre os pesquisadores da Educação Matemática, as preocupações com o ensino têm diversas origens. Discutiremos a seguir alguns desses aspectos, a fim de ilustrar a natureza interdisciplinar dos estudos e pesquisas em Educação Matemática.

Questões psicológicas

Duas questões amplas vêm sendo investigadas no âmbito da psicologia com relação à Educação Matemática. A primeira refere-se aos subsídios da psicologia para a compreensão do processo educativo. Nesse sentido, a contribuição da psicologia tem sido a de explicar a natureza dos conceitos matemáticos, sua organização e seu desenvolvimento. A contribuição de Piaget na análise dos invariantes necessários à compreensão dos mais variados conceitos matemáticos, influenciou a pesquisa nesse campo, sugerindo investigações relativas à melhor época em que ensinar o conceito na escola e a importância da participação ativa dos alunos na resolução de problemas, a fim de que eles venham a compreender os invariantes dos conceitos. Mais recentemente, a teoria piagetiana foi aprimorada por um psicólogo francês. Gerard Vergnaud, que dá uma nova formulação à própria idéia de conceito matemático. Vergnaud considera como fundamentais à análise dos conceitos

matemáticos, além dos invariantes, a consideração das situações que dão significado ao conceito, bem como as formas utilizadas em sua representação.

A segunda questão, proposta pela psicologia frente à Educação Matemática, refere-se às conseqüências da aprendizagem da Matemática. O ensino da Matemática, como o ensino do Latim ou da Gramática, já foi, em certas ocasiões, justificado em termos de sua conseqüência ampla para o raciocínio dos alunos. No entanto, apenas recentemente, as conseqüências da aprendizagem da Matemática têm sido investigadas de maneira sistemática. Essas análises têm mostrado ser a questão muito mais complexa do que se imaginou anteriormente. Por um lado, diversos estudos com populações pouco escolarizadas (como mestres-de-obras, marceneiros, pequenos agricultores, feirantes, pescadores, etc.) mostram que é possível documentar de modo claro a compreensão de inúmeros invariantes ligados a conceitos matemáticos relativamente complexos, em pessoas que não freqüentaram a escola por tempo suficiente para terem recebido instrução nesses conceitos. Por outro lado, sua representação do conceito tende a divergir daquela transmitida na escola e a refletir as limitações específicas do modo de representação utilizado.

Uma das conseqüências desses resultados consiste em sugerir maior flexibilidade quanto às formas de representação utilizadas na escola, porém tentando simultaneamente promover a adoção de formas de representação mais poderosas. Essa análise psicológica de aspectos da Educação Matemática deve repercutir no desenvolvimento de novos caminhos para a sala de aula, porém ainda há muito o que analisar e pesquisar.

Questões sociológicas

Outra contribuição dos estudos recentes em Educação Matemática vem da análise de questões sociológicas. O relacionamento professor-aluno foi analisado no passado muitas vezes, somente em termos da satisfação

pessoal dos participantes (e conseqüente motivação dos alunos para a aprendizagem), aos mecanismos de controle de disciplina, ou da abordagem diretiva ou não-diretiva à sala de aula. Uma nova forma de compreender as relações em sala de aula resultou, nos últimos anos, dos estudos voltados para a representação social e suas conseqüências para a interação, quando os participantes assumem papéis determinados. A necessidade de se considerar explicitamente o contrato didático, que resulta de tais representações dentro do sistema educacional atual, e de alterar esse contrato são o foco de investigação e alvo de mudança em muitos dos esforços relacionados a propostas para a melhoria do ensino. É necessário alterar esse contrato implícito entre alunos e professor, para que os alunos participem do processo de solução de problemas em Matemática de uma maneira que permita recriar a noção de uma comunidade que examina a validade dos conceitos científicos.

Antropologia e educação matemática

Todo projeto educacional que não considera o ambiente cultural em que vivem os alunos é, por definição, alienante. O ensino da Matemática não será menos alienante que o ensino de qualquer outra matéria, se não considerar o contexto cultural dos alunos.

No Brasil, podemos constatar a existência de realidades culturais as mais contrastantes. Primeiramente, existem grupos indígenas, com línguas e representações matemáticas próprias e, freqüentemente, desconhecidas. A pesquisa etnomatemática é indispensável para que o ensino possa considerar os conhecimentos dos alunos nesse caso. Em segundo lugar, as diferenças de classes, caracterizadas por diferentes costumes e formas de educação informal, resultam em que alguns adquiram fora da escola um "capital cultural" valorizado pela escola, como significativo para a aprendizagem da Matemática, enquanto outros dispõem de conhecimentos não-reconhecidos como importantes para a aprendizagem escolar. Essa valorização seletiva de conhecimentos matemáticos, difundidos na

cultura, precisa ser reconhecida e enfrentada como uma das formas de alienação dos alunos diante da aprendizagem da Matemática (Abreu, Bishop, Pompeu, 1994). Finalmente, uma análise antropológica poderá também indicar o papel cada vez mais preponderante da tecnologia no mundo atual, especificando as relações entre Matemática e tecnologia nos locais de trabalho.

Epistemologia, história e a matemática e educação

Enquanto os aspectos psicológicos, sociológicos e antropológicos discutidos acima analisam a efetividade e as conseqüências do processo educativo, a consideração dos desenvolvimentos históricos e epistemológicos é instrumental para a teorização em Educação Matemática. A epistemologia e a história esclarecem aspectos relacionados à complexidade dos conceitos e suas relações entre si. As dificuldades que novos sistemas de representação solucionaram, a partir de sua introdução, e as conseqüências da introdução de um novo conceito ou de uma nova forma de representação para o desenvolvimento da ciência matemática. Essas considerações devem iluminar discussões curriculares e constituem uma fonte de hipóteses para as investigações psicológicas e pedagógicas.

O novo papel do professor

Se considerarmos o significado da Educação Matemática no mundo atual e a criação e o desenvolvimento de uma nova disciplina, a Educação Matemática, devemos concluir que o professor não pode mais reproduzir os modelos educacionais que ele próprio vivenciou enquanto aluno. Mudaram o mundo, os objetivos e a concepção de ensino — portanto, precisa mudar também o professor. As considerações psicológicas sugerem que o professor tem o papel de levar o aluno a reconstruir modelos matemáticos que ele compreenda em outras situações, representá-los de maneira a poder utilizar os mais poderosos sistemas simbólicos da

Matemática, como instrumento de pensamento, utilizá-los em uma variedade de situações que lhe dêem significado. As considerações sociológicas discutem a representação social do professor e lhe abrem perspectivas para uma nova definição a ser conquistada por novas maneiras de interagir com seus alunos. As considerações antropológicas devem tornar o professor consciente de quem são seus alunos e pode ajudá-los a construir um futuro para eles próprios. As considerações epistemológicas e históricas devem engajar o professor num processo de reavaliação do que importa incluir no currículo.

Finalmente, o professor de Matemática precisa também comprometer-se com o ensino crítico da Matemática. A Matemática cria realidades para o indivíduo como, por exemplo, através da escolha social de modelos que determinam o preço de serviços essenciais (como eletricidade) e os índices de inflação. A análise desses modelos que criam realidades é essencial à formação crítica do aluno.

Conclusão

Apontamos aqui o papel da Educação Matemática nas sociedades contemporâneas, algumas concepções da Educação Matemática e o novo papel do professor frente ao mundo atual. Deixemos para a seção "Pontos de Vista", trabalhos que tratam das diferentes perspectivas dessas abordagens.

Esperamos que eles possam estimular o debate, auxiliar os professores a compreender alguns fenômenos do ensino e aprendizagem da Matemática, favorecendo a pesquisa.

Mais ainda, esperamos que, na medida do possível, eles possam ser adaptados à realidade da sala de aula.

Referências bibliográficas

ABREU. G., BISHOP. A., POMPEU. G. What Children and teachers count as Mathematics. In: NUNES. T., BRYANT. P.E.(Orgs.). *How do Children learn Mathematics?* Palmer: Erlbaum. 1994.

D'AMBRÓSIO, U. *Etnomatemática*. São Paulo: Ática, 1993.

GLICK, J. *What is different about adult development?* Lucca, 1993. Trabalho apresentado na NATO Conference on Discourse Analysis, Technology and Situated Cognition, Lucca. Itália, nov. 1993.

RESNICK, L.B. *The new standards project*. Lucca, 1993. Trabalho apresentado na NATO Conference on Discourse Analysis, Technology and Situated Cognition, Lucca, Itália, nov. 1993.

SCHWARTZ, J.L. *Intensive quantity and referent transforming arithmetic Operations: number concepts and Operations in the mid-dle grades*. [S.l.]: NCTM, 1988. p.41-52NCTM.

WEBER, S. Universidade: sinal fechado. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, n.33, p.3-28, maio 1980.