



Para este número seleccionámos

Neste número da Educação e Matemática publicamos um texto de dois conhecidos académicos norte-americanos, Jeremy Kilpatrick e Edward Silver, onde procuram reflectir sobre os grandes desafios com que se defronta a educação matemática naquele país. Trata-se de uma tradução de um artigo¹ publicado em 2000, com o título original *Unfinished business: Challenges for mathematics education in the next decades*, num livro do NCTM, editado por M. Burke, intitulado *Learning mathematics for a new century*.

Definindo como educadores matemáticos todos aqueles que lidam profissionalmente com o ensino e a aprendizagem da Matemática, seja em que nível for, os autores começam por sublinhar os grandes progressos feitos desde o início do século XX, marcado por fortes controvérsias curriculares e por incipientes estruturas associativas.

De seguida, assumem um olhar crítico sobre a situação actual e apontam diversos domínios onde os educadores matemáticos são chamados a aprofundar o seu trabalho: no campo do currículo, assegurando uma experiência formativa para todos os alunos, promovendo a sua compreensão da Matemática, e mantendo o equilíbrio entre as diversas componentes; no campo da avaliação, transformando-a numa oportunidade de aprendizagem; e no campo profissional, desenvolvendo a prática e a reflexão sobre a prática, usando de forma crítica os instrumentos de que dispomos.

Trata-se de um texto claramente vinculado pelas suas referências concretas à realidade norte-americana. No entanto, os problemas que aborda são perfeitamente gerais e, por isso, todos os que se preocupam com a direcção geral do movimento de educação matemática em Portugal — e, naturalmente, noutros países — certamente tirarão deste texto muitos pontos para reflexão.

Uma tarefa inacabada: Desafios aos educadores matemáticos para as próximas décadas

Jeremy Kilpatrick e Edward Silver

No início do século XX, a educação matemática na América do Norte dava os primeiros passos como área de estudo séria. As recomendações fortes e claras da *Comissão dos Dez para o Estudo da Escola Secundária* (National Education Association, 1894) estimularam os esforços de ambos os lados da fronteira dos EUA e do Canadá para reformar programas de Matemática dos ensinos básico e secundário. A *Comissão de Exames para a Admissão no Ensino Superior*, criada em 1900, e um comité nomeado pela então nascente American Mathematical Society também tentavam que o currículo do ensino secundário fosse uniformizado, encorajando as escolas a retirar assuntos obsoletos e a repensar a Matemática a ensinar. A comunicação de Frank McMurry de 1904, feita na National Education Association despoletou uma discussão prolongada, acompanhada por um manancial de investiga-

ção sobre a Matemática usada pelos adultos. Nessa comunicação, o autor defendia que o currículo devia ser construído sobre essa Matemática, limitando-se a ela. Pensadores pioneiros, tais como David Eugene Smith no Teachers College e J. W. A. Young em Chicago, atraíram jovens para o estudo da educação matemática e começavam a aparecer dissertações sobre temas do género *como é que as crianças percebem o número e o espaço*. Em 1908, a criação da Comissão Internacional do Ensino da Matemática (ICMI) encorajou os esforços nos EUA e Canadá para se analisarem os currículos de Matemática escolar e as práticas de formação de professores. Apesar destas actividades, não existiam organizações, exceptuando algumas organizações locais e associações regionais recém criadas, que congregassem os professores de Matemática na análise e reflexão sobre o seu trabalho. Não

existiam publicações periódicas norte-americanas de educação matemática e poucos livros eram editados discutindo questões e desenvolvimentos nesta área.

Nos finais do século XX, a educação matemática nos EUA e no Canadá floresceu tornando-se numa actividade ampla e complexa. O National Council of Teachers of Mathematics (NCTM), com cerca de 110 mil membros, geria um amplo programa de publicações e encontros. Várias organizações de índole mais especializada — para formadores de professores de Matemática, investigadores em educação matemática, etc. — tinham encontros anuais e editavam boletins informativos e revistas, destinados a membros das suas organizações. Choviam livros e artigos de várias origens, sobre toda uma série de tópicos, desde a ansiedade matemática até à aprendizagem da análise infinitesimal



com a ajuda de calculadoras gráficas. O campo estava marcado não só por estas actividades mas também por programas universitários, graus académicos, departamentos e grupos de docentes de educação matemática.

Os educadores matemáticos, definidos como alguém que está profissionalmente envolvido com o ensino e a aprendizagem da Matemática, a qualquer nível, conseguiram fazer imenso durante o século XX. Os estudantes de hoje tiram partido de uma série de materiais e propostas de ensino, concebidas para os ajudar na sua aprendizagem. Em geral, os professores estão mais bem preparados, matemática e pedagogicamente, do que os seus colegas de 1900, para implicarem os seus alunos na utilização desses materiais e na realização dessas propostas. A maioria dos currículos escolares de Matemática são mais ricos em tópicos e levam o seu estudo mais longe do que o que acontecia há um século. Contudo, apesar destes sucessos, ainda se ouvem muitas das queixas que já se ouviam no passado: os alunos não estão a aprender Matemática suficientemente bem e saem da escola a detestar a disciplina. Os professores não sabem Matemática suficiente e não sabem como a devem ensinar de modo a que os alunos a aprendam. O currículo escolar de Matemática é superficial, aborrecido e repetitivo, falhando na preparação dos alunos para a usarem na sua vida, fora da escola.

Neste artigo, vamos considerar alguns importantes desafios que os educadores matemáticos enfrentam no início do século XXI. Estes desafios não são diferentes dos que foram trabalhados no passado, tendo persistido, assumido outras formas e proliferado enquanto a escola e a sociedade iam aumentando em complexidade. Se queremos que mais alunos aprendam e utilizem mais Matemática, com mais sucesso do que presentemente acontece, precisamos de enfrentar esses desafios.

Garantir uma Matemática para todos

O crescimento rápido da população escolar na América do Norte marcou o começo do século XX e colocou nitidamente à prova a capacidade dos estados e províncias propiciarem pelo menos alguma escolaridade secundária a todos os alunos. Durante o século XIX, a expansão continuada para o Oeste e as sucessivas vagas de imigrantes alimentaram a procura de uma educação pública gratuita, em todo o continente. Muitos dos que entravam na população escolar tinham referências culturais e falavam línguas diferentes dos seus professores. Estes alunos novos eram geralmente considerados como muito menos capazes do que os que pertenciam a culturas mais familiares. G. Stanley Hall, um famoso psicólogo desse tempo, viu um *enorme exército de incapazes* a invadir as escolas. Em resposta, muitos educadores argumentaram que a Matemática escolar necessitava de ser pensada e delineada de modo a ajustar-se às massas com menos capacidades.

Durante as primeiras décadas do século, os educadores pensavam que o intelecto das crianças, apesar de poder ser exercitado, estabelecia limites razoavelmente bem definidos ao que elas poderiam eventualmente aprender. Assim sendo, uma ideia popular nesse tempo era a de que, para tornar eficaz a escolarização, os alunos deviam estar separados em *capazes* e *incapazes*. No que se refere à Matemática escolar, isto significava que se acreditava que alguns alunos poderiam beneficiar de um estudo que fosse além da Aritmética mas outros não. Assumia-se que os educadores podiam detectar uns e outros com rigor, com a ajuda de testes objectivos e normalizados.

Parece que não ocorreu a muitos que o conceito de capacidade pudesse ser questionado. As crianças que, dizia-se, tinham falta de capacidades podiam, em vez disso, terem falta de oportunidades para aprender ou da necessária ajuda para alcançarem as expectativas de aprendizagem,

tal como mostrou a investigação do último meio século. Assim, os chamados *incapazes* poderiam simplesmente não terem experimentado situações significativas com uma Matemática relevante nem terem alguém a quem recorrer para serem ajudados a compreendê-la. Os adeptos da seriação baseada nas capacidades também não se preocuparam com o facto da valorização das capacidades ser difícil e sujeita a erros. De facto, a capacidade matemática de cada um pode revelar-se em certas circunstâncias mas não noutras. Dê-se a um aluno um conjunto de problemas matemáticos para serem resolvidos em dez minutos e classificados com precisão em comparação com o trabalho de outros e o seu desempenho pode ser fraco. Coloque-se o mesmo aluno numa situação em que os problemas se apresentam com significado, em que se usa a mesma Matemática e se valorizam as resoluções. O desempenho do mesmo aluno pode tornar-se muito melhor.

Actualmente, os educadores ainda enfrentam o desafio de encontrar formas de propiciar Matemática a todos os alunos e a ideia de que eles podem e devem ser seriados segundo as suas capacidades matemáticas continua muito generalizada. Enquanto essa capacidade individual for tomada como a toda a prova, permanece comprometido o empenho em assegurar uma educação matemática ótima para todos. As diferenças no desempenho matemático associadas à seriação sistemática e à selecção dos alunos têm sido bem documentadas (e. g., Oakes, 1985). Assim, apesar da expressão *Matemática para todos* se ter tornado num lema popular entre os educadores matemáticos e a aprendizagem matemática equitativa ser um princípio central dos *Principles and Standards for School Mathematics* (NCTM, 2000), mantêm-se desafios importantes a enfrentar durante o próximo século, de modo, a que este lema se torne realidade. Um sistema educativo que desde há muito baseia as suas políticas e práticas na ideia de uma capacidade matemática inata, necessita de pro-



porcionar a todos os alunos o acesso a uma Matemática de alta qualidade, de forma a apoiá-los para que tenham sucesso na aprendizagem e no uso da Matemática. Uma sociedade que teve a tendência de ver a capacidade matemática como pertencendo apenas a uns poucos escolhidos, necessita de promover e apoiar modos de ensino que ajudem todos a atingir níveis altos de literacia quantitativa, adquirir proficiência na utilização da Matemática e valorizar a sua natureza e importância. Tanto líderes políticos como cidadãos comuns preocupados com a qualidade da escolarização necessitam de compreender que a educação matemática a nível nacional nunca pode ser realmente excelente a não ser que exista uma educação matemática excelente em cada sala de aula. Os educadores matemáticos devem desempenhar um papel fulcral no acompanhamento do modo de enfrentar estes desafios.

Promover a compreensão dos alunos

Para os educadores matemáticos, uma das lições do mais profundas do século passado está numa observação de John Dewey: aprendemos fazendo e também pensando sobre o que fazemos. Muitos alunos deixam a escola com um conjunto de procedimentos e fórmulas muito exercitados, mas apenas com uma tênue compreensão do seu significado ou de quando podem ser utilizados. Os alunos necessitam de mais e melhores oportunidades para compreenderem a Matemática que estão a aprender. Precisam de um bom ensino. Mas o que quer isso dizer? Ao longo do século XX, um bom ensino da Matemática foi visto de várias formas: dar aos alunos explicações claras; identificar objectivos de ensino claros; preparar o ensino de conhecimentos e capacidades complexas com sequências hierarquizadas de pré-requisitos; dividir o ensino em pequenos passos que os alunos possam facilmente realizá-los por si próprios; apresentar aos alunos dilemas a enfrentar; ajudar os alunos a resolver as interrogações dos outros; adaptar actividades de aprendizagem às formas de aprendiza-

gem individuais. Reconciliar pontos de vista tão díspares implica que cada um deles seja minuciosamente analisado, à luz das outras formas de ensino.

Um exemplo consiste na tensão entre dois modelos para planificar e conduzir as aulas, concebidos para melhorar a compreensão. Naquele que pode ser chamado por modelo *contingente*, exemplificado nas vinhetas das *Normas Profissionais para o Ensino da Matemática* (NCTM, 1994), o rumo que o ensino segue emerge durante a aula. O papel do professor consiste na organização do discurso, de modo que os alunos da turma funcionem como uma comunidade intelectual. O professor organiza uma situação e depois responde ao que os alunos disserem, elaborando os seus comentários, procurando clarificações e desafiando-os a explicar e a justificar. O objectivo é ajudar os alunos a desenvolverem a sua própria compreensão, assim como a dos outros. Por outro lado, o modelo de *antecipação*, resultante de estudos sobre o ensino em alguns países asiáticos, segue um rumo cuidadosamente preparado com antecedência. Todas as aulas têm uma questão clara que deve ser resolvida. Pelo facto de uma dada lição ter sido experimentada e melhorada muitas vezes, por vários professores, um professor pode antever a resposta dos alunos. O objectivo é ajudar o aluno a reconhecer, compreender e criticar diferentes formas de resolver problemas, de modo a aperfeiçoar a sua compreensão. Ambos os modelos utilizam o pensamento dos alunos, o *contingente* como um leme para dirigir a lição na direcção de um objectivo emergente, o de *antecipação* como um veículo para chegar a um objectivo pré-determinado. O conflito aparente entre estas duas abordagens pode ser o ponto de partida para a reflexão crítica dos educadores matemáticos. O desafio não é assegurar que um dos modelos está certo e o outro errado, ou mesmo achar qual é o melhor. Em vez disso, interessa perceber como é que cada um destes modelos contribui para ajudar os alunos a compreenderem a Matemática — especialmente os custos e benefícios associados

a cada um deles — e como é que a tensão entre eles pode ser ultrapassada num dado momento.

Manter o equilíbrio no currículo

Ao longo do século XX, foram bem vivas as controvérsias sobre a Matemática que os alunos deviam aprender, por que razões a deveriam aprender e como é que ela devia ser ensinada. Objectivos como exercitar as capacidades intelectuais de cada um, preparar-se para o mundo do trabalho, tornar-se um cidadão esclarecido, experimentar prazer estético, ajudar o seu país na competição militar ou económica e ganhar confiança nas suas capacidades impulsionaram argumentos para incluir certos temas matemáticos no currículo, manter ou eliminar outros. Durante o primeiro quartel do século, como já foi referido, foram apresentados argumentos que sustentavam que a análise da vida adulta forneceria uma imagem clara da Matemática que os alunos precisavam de saber e ser capazes de fazer. No entanto, os educadores matemáticos que valorizavam o assunto como uma das artes liberais tradicionais resistiram a essa argumentação. Por volta da metade do século, os educadores matemáticos começaram a perceber que nenhum currículo poderia ser revisto suficientemente depressa, de modo a acompanhar as mudanças sociais e tecnológicas. Ninguém conseguia prever com rigor que Matemática os alunos iriam precisar quando chegassem a adultos, mesmo que se soubesse as saídas profissionais que eles iriam escolher. De acordo com esta ideia, os autores de currículos propuseram que a Matemática escolar armasse os alunos de capacidade e compreensão que os ajudassem a aprender, na idade adulta, a Matemática específica que então precisassem. As estruturas matemáticas abstractas, como os grupos, anéis e espaços vectoriais pareciam fornecer a fundação óbvia. Foi assim que surgiu a *Matemática moderna*. Nos finais do século, ainda se avançava o argumento de que os alunos precisavam de estar prepa-



rados para aprenderem Matemática quando adultos, mas a nível curricular o acento tinha mudado para a Matemática aplicada, como constituindo a melhor preparação. Durante a sua vida, o adulto mudaria entre uma variedade de empregos e o problema da previsão tornou-se ainda mais difícil de resolver. A controvérsia continuou com alguns educadores matemáticos a começarem a questionar mais uma vez se a preparação para a profissão seria a única ou mesmo a melhor razão para se aprender Matemática. Uns queriam que a Matemática abstracta voltasse a ter primazia nos currículos escolares, outros defendiam que a Matemática funcional fosse a finalidade principal.

No século XXI, alguns dos desafios curriculares mais importantes têm a ver com o equilíbrio. Como é que os educadores matemáticos vão equilibrar as finalidades multifacetadas que os indivíduos e a sociedade propõem para a Matemática escolar? Como é que se podem equilibrar as facetas pura e aplicada da Matemática? Como se pode conservar um equilíbrio entre capacidade e compreensão? Este desafio foi referido há décadas por William A. Brownell (1956) mas tornou-se ainda mais difícil de equacionar com o advento das novas tecnologias que competem com a utilidade das capacidades de papel e lápis.

O papel que a tecnologia pode e deve desempenhar é um desafio especialmente difícil, particularmente porque desconhecemos ainda os efeitos a longo prazo da utilização de computadores e calculadoras. Muitos educadores matemáticos e a quase totalidade do público em geral acham que o desenvolvimento de capacidades deve preceder necessariamente qualquer utilização da tecnologia. Claramente que não é este o caso, mas a questão de como articular a utilização da tecnologia e o desenvolvimento de capacidades está longe de estar resolvida, tal como acontece com a questão de saber em que grau se deve desenvolver capacidades sem utilizar tecnologia. Apesar de existirem uma grande quantidade de opiniões e

histórias sobre estas questões, tem havido um défice de reflexão apoiada em evidência forte que possa clarificar e aprofundar a discussão.

Para além do desenvolvimento de capacidades, a tecnologia coloca outros desafios. Nas próximas décadas, os alunos utilizarão cada vez mais instrumentos tecnológicos na aprendizagem da Matemática, usando computadores e calculadoras para uma panóplia de actividades, incluindo comunicar, recolher e analisar dados, modelar fenómenos do mundo real, manipular expressões matemáticas e apresentar graficamente informação. Sem dúvida que estas ferramentas podem ajudá-los a desenvolverem capacidades na compreensão de ideias matemáticas, de novas e diferentes formas. No entanto, também podem muito bem ser capazes de fazer aparecer concepções erróneas curiosas e, por vezes, profundamente enganadoras. Levados por um desejo de actualizar o seu ensino, os educadores matemáticos não prestaram suficiente atenção crítica ao desafio de melhorarem a aprendizagem via utilização de qualquer tecnologia, e não só de computadores. A tecnologia foi frequentemente adoptada como uma dádvia inquestionável. As suas limitações e desvantagens para o ensino da Matemática, assim como o seu potencial para modificar o currículo, têm ainda de ser seriamente questionadas e analisadas.

Um aspecto desafiador relativo ao conseguir um maior equilíbrio curricular tem a ver com as características específicas da Matemática, comparadas com as das outras disciplinas. Por exemplo, as tentativas para se conseguirem conexões mais fortes entre a Matemática e as outras disciplinas escolares levaram os educadores matemáticos a dar mais atenção ao lado indutivo da Matemática, de forma que a indução é utilizada em generalizações matemáticas de um modo muito semelhante ao que é utilizado em Biologia ou História. Da mesma forma, os esforços para desenvolver as capacidades dos alunos em argumentar e comunicar as suas observações em Matemática

apoiaram-se em ideias da Linguística e da Ciência. Os professores têm agora pela frente desafios para ajudarem os alunos a apreciar tanto a forma como a Matemática está relacionada com as outras actividades que eles próprios desempenham dentro e fora da escola, como os aspectos específicos da Matemática que a individualizam como disciplina, tais como a demonstração por dedução e a abstracção e generalização formais. À medida que os alunos se vão familiarizando com o processo de conjectura e a respectiva verificação, como é que devem ser levados a perceber que ainda não têm uma demonstração? Quando a Matemática está a ser utilizada para responder a questões concretas, como é que os alunos chegam a saber o que é que uma demonstração acarreta e qual a razão da sua necessidade? Para assegurar que os alunos desenvolvem uma perspectiva sensata sobre o que é a Matemática e o que se pode fazer com ela, os educadores matemáticos necessitam de dedicar muito mais reflexão e esforço para reconciliarem tensões contraditórias a nível curricular.

Tornar a avaliação numa oportunidade de aprendizagem

Em 1993, o National Research Council propôs, entre vários princípios de avaliação, o *Princípio da aprendizagem*: "A avaliação deve promover a aprendizagem da Matemática e apoiar uma boa prática de ensino" (p. 33). Dois anos mais tarde, o NCTM (1995) ecoou esse princípio na sua norma de aprendizagem: "A avaliação deve promover a aprendizagem matemática" (p. 13). Em ambos os documentos, a argumentação consistia em que a avaliação devia ser não um intervalo na aprendizagem, mas sim uma oportunidade para aprender, tanto para o aluno como para o professor. Os testes e questionários tradicionais mostram ao professor, com rigor ou não, como é que os alunos estão, mas a avaliação importante é aquela em que os alunos não só reflectem sobre a sua própria compreensão, mas também aprendem Matemática. Quanto mais artificial e afastada do ensino está a avaliação,



menos promove a aprendizagem. Quanto mais perto estiver das situações em que se usa e aprende Matemática, mais útil se torna para todos.

No entanto, modificar a avaliação de modo que ela possa promover a aprendizagem dos alunos, em vez de a inibir, coloca um enorme desafio. Alguns dos aspectos deste desafio residem na mudança de práticas de avaliação na sala de aula, de modo a que não só esta integre o processo de ensino, mas também forneça informação útil a avaliadores externos. É necessário fazer um grande esforço para melhorar a avaliação regulada por autoridades fora da sala de aula. Os educadores matemáticos precisam de dedicar mais atenção na análise e crítica de tais avaliações, de modo a não se intrometerem nem entrarem em conflito com a aprendizagem dos alunos. Enquanto os educadores matemáticos advogarem simplesmente novas formas de avaliação, mas não estudarem e trabalharem para melhorar as condições em que a avaliação é realizada, incluindo a sua elaboração e utilizações subsequentes, a aprendizagem matemática encontrará dificuldades.

Outros aspectos relativos ao desafio da transformação da avaliação envolvem os próprios alunos. Glaser e Silver (1994), ao reverem a evolução das provas de avaliação educativas, defendem que as desejadas mudanças nas práticas de avaliação devem facultar novas oportunidades para a aprendizagem dos alunos (p. 143):

Laços mais estreitos entre a avaliação e o ensino implicam que a natureza dos desempenhos a avaliar e os critérios para julgar esses desempenhos se tornem mais visíveis para alunos e professores. (...) À medida que os critérios de desempenho sejam mais divulgados, os alunos ficam mais capazes de julgarem o seu próprio desempenho, sem a obrigatoriedade de recorrerem aos juízos de terceiros. As situações de ensino e a avaliação viabilizam treino e prática de modo a ajudar os alunos a reflectir sobre os seus

desempenhos. As ocasiões de auto-avaliação possibilitam que os alunos (...) julguem os seus próprios resultados e desenvolvam uma orientação que os leve a atingir finalidades mais exigentes.

Quando a avaliação está harmonizada e integrada no ensino, torna-se uma oportunidade fértil para os professores aprenderem sobre o que os seus alunos compreendem e o que podem fazer. Por os professores ficarem desanimados quando os procedimentos de avaliação parecem requerer demasiado tempo e conhecimentos profundos, outro aspecto importante do desafio da avaliação passa por convencê-los que o tempo gasto na avaliação é bem empregue quando a avaliação faz parte integrante do ensino. Outro aspecto ainda consiste no desenvolvimento da confiança do professor. Demasiados professores vêem-se a si mesmos como necessitando que lhes sejam dados instrumentos de avaliação e lhes seja dito o quê e como deve ser avaliado. A sua capacidade para avaliar tem sido subvalorizada e pouco desenvolvida. No próximo século, tal como já era verdade no passado, ninguém estará em melhor posição do que o professor de Matemática do próprio aluno, para fazer juízos correctos relacionados com a essência e a quantidade dos conhecimentos matemáticos deste.

Desenvolver a prática profissional

Melhorar a confiança e a competência dos professores nas suas actividades de avaliação está estreitamente ligado a outro desafio crucial, enfrentado pela comunidade de educadores matemáticos e pela sociedade em geral: alterar as condições em que os professores exercem a sua profissão. A maioria dos professores de Matemática trabalha em relativo isolamento, com reduzido apoio para inovar e poucos incentivos para aperfeiçoar a sua prática. São raras as ocasiões de colaboração com outros professores no desenvolvimento de materiais de ensino e instrumentos de avaliação. Muitos deles percebem que

precisam de se manter actualizados no campo profissional e de melhorar a sua preparação para ensinar Matemática, mas não há nada no seu local de trabalho que lhes faculte as oportunidades e recursos necessários.

Parte do desafio diz respeito à estruturação de sistemas de desenvolvimento profissional, no sentido de serem mais eficazes para capacitar os professores a manter-se actualizados sobre desenvolvimentos recentes e em contacto com colegas que pensam de forma parecida. A investigação recente sugere que os professores se tornam mais capazes de enfrentar o tipo de desafios anteriormente discutidos se tiverem oportunidades de trabalho conjunto, para melhorar a sua prática, tempo para dedicarem à reflexão pessoal e uma forte ajuda dos colegas e de outros profissionais qualificados (e. g., Smith, a editar). Actualmente, muitas das condições de trabalho dos professores opõem-se à prática reflexiva e, portanto, conseguem vencer ou atenuar repetidas tentativas de reforma. Deve aprofundar-se a compreensão sobre como as práticas dos professores — identificar objectivos matemáticos, planificar e conduzir lições, conceber tarefas, acompanhamento do pensamento e aprendizagem dos alunos, reflectir sobre objectivos e resultados — podem fornecer instâncias ricas e poderosas para a aprendizagem destes (Brown e Smith, 1997).

Uma atenção séria às condições de trabalho dos professores pode ajudar a criar contextos em que todos os alunos tenham uma maior probabilidade de aprenderem bem Matemática. No entanto, existe outro desafio a enfrentar. A profissão de professor de Matemática também precisa de analisar outras formas de actualizar o conhecimento e a competência profissional dos seus membros. Muitos alunos frequentam a disciplina de Matemática, ensinados por pessoas que não têm uma preparação que se considera mínima para a ensinar, nomeadamente uma licenciatura ou um mestrado em Matemática. Os dados a nível norte-americano indicam que cerca de um em cinco alunos nos



EUA tem um professor de Matemática sem uma qualificação mínima (National Center for Education Statistics (NCES), 1999). Além disso, existe também um problema importante relacionado com a distribuição. As escolas das zonas urbanas pobres ou rurais, que servem minorias em alta percentagem, têm maior probabilidade de apresentarem professores com falta de preparação matemática em comparação com escolas que servem comunidades favorecidas ou que têm poucos alunos das minorias (NCES, 1999). O problema da preparação dos professores é especialmente grave no ensino básico, onde muitos deles têm fracos conhecimentos matemáticos e apresentam tanto falta de confiança como de competência, no que diz respeito à disciplina. Existem muitas razões para o problema em questão e os profissionais de ensino da Matemática partilham a responsabilidade da sua resolução com muitos outros sectores, incluindo os gestores escolares, os legisladores e políticos e os formadores de professores. Contudo, não há dúvida que não se pode enfrentar efectivamente os outros desafios que se colocam aos educadores matemáticos nas próximas décadas, a não ser que se enfrentem igualmente os desafios relacionados com o desenvolvimento da sua prática profissional.

A importância da reflexão

O título deste artigo *Uma Tarefa Inacabada* não pretende sugerir que os desafios identificados vão ser vencidos com um sucesso completo nas próximas décadas. Pelo contrário, reconhecemos que os educadores matemáticos têm a tarefa permanente de empreender o aperfeiçoamento da aprendizagem da Matemática. A mudança do ensino e aprendizagem da Matemática não é uma questão técnica mas implica uma forma de mudança social. É necessário que se mude não apenas o que os alunos e professores fazem, mas também a forma como eles perspectivam os seus esforços e as circunstâncias sobre as quais desenvolvem o seu trabalho. Apelos fortes exortando

os professores a melhores práticas e materiais impressos de forma elegante a mostrar o caminho são inúteis se quem está envolvido na Matemática escolar, desde os alunos aos professores, passando por gestores, encarregados de educação ou políticos, não vir nenhum motivo para mudar. No entanto, o simples facto de se querer mudar numa certa direcção não é suficiente. A mudança social implica que as pessoas se ajudem mutuamente, à medida que caminham na direcção de um objectivo comum, claramente percebido. Lidar com os desafios esboçados neste capítulo vai precisar de uma postura crítica, na qual se analise a profissão de modo profundo, se critique amplamente e se discuta com vigor estes desafios. Numa palavra, é necessário que exista reflexão.

A reflexão tem sido um processo pouco utilizado para enfrentar as complexidades do ensino e aprendizagem da Matemática. As teorias recentes sobre a forma como os alunos aprendem e os professores ensinam colocam o acento na reflexão, como um poderoso mecanismo para aperfeiçoar o raciocínio. As pessoas melhoram o pensamento e a acção ao fazerem dos seus próprios processos mentais o objecto do seu pensamento e alterando para melhor esses processos. Aprender nunca foi simplesmente uma questão de adquirir e reter informação. Para que a informação se transforme em conhecimento pertinente, é necessário transformá-la de modo a que fique à medida de cada um, vê-la de todos os lados, perceber as suas relações e pensar sobre o seu significado. Por outras palavras, quem aprende deve, de alguma maneira, reflectir sobre a sua aprendizagem, se ela tiver de ser posta em prática.

Se os desafios colocados anteriormente forem para ser levados a sério, temos de ver a reflexão de um modo muito mais responsável, não apenas aplicada a casos individuais, mas a todo o campo da educação matemática. Para que os educadores matemáticos formem uma verdadeira comunidade profissional, precisam dedicar-se à prática reflexiva. A profissionalização

da educação matemática em desenvolvimento na América do Norte, tal como já foi referido, gerou numerosas organizações, encontros, livros, publicações periódicas, projectos de desenvolvimento curricular, materiais curriculares e de avaliação e actividades profissionais, assim como muitas tradições de prática e canais informais de comunicação e diálogo. O que a profissão ainda não fomentou foi uma tradição de reflexão crítica no seu próprio trabalho. Nessa tradição, tudo o que os educadores matemáticos fizeram será sujeito a uma apreciação cuidadosa. Tanto a prática conservadora como a inovadora estarão abertas ao questionamento e discussão. Os educadores matemáticos considerariam de modo crítico os pressupostos não examinados, nem usualmente expressos, que orientam muito do seu trabalho. Todos os tipos de investigação (investigação-acção feita por professores, avaliação de materiais e de práticas de inovação, estudos de aspectos básicos do ensino e de processos de aprendizagem) tornar-se-iam tanto uma actividade central dos educadores matemáticos, como um recurso para o aperfeiçoamento. A investigação conduziria a reflexão profissional e vice-versa. Em resumo, a reflexão que os professores encorajam nos alunos e que os formadores de professores encorajam nos professores tornar-se-ia habitual para a totalidade da profissão (Kilpatrick, 1986, pp. 19–20). Se isto se tornasse realidade, então os documentos de autoridades, mesmo os que fossem elaborados através de consensos, como os *Principles and Standards for School Mathematics* do NCTM, seriam vistos mais como problemáticos do que como dogmáticos.

Principles and Standards: Texto sagrado ou instrumento de reflexão?

Esta forma de ver a reflexão conduz-nos a um desafio final para a próxima década, neste caso para o NCTM como organização profissional: fomentar a utilização dos seus princípios e normas, não apenas como soluções propostas, mas também



como instrumentos para uma melhor compreensão da natureza dos problemas e desafios. Por muitas e boas razões, sempre que podem, os professores procuram orientações fiáveis. Quem estiver preocupado em ajudar os alunos a compreender, valorizar e usar a Matemática, procurará ansiosamente ajuda de várias fontes. Organizações profissionais, tais como o NCTM, ficarão satisfeitas se puderem responder, mas as condições de ensino e aprendizagem numa sala de aula específica tornam impossível que alguém exterior à aula seja capaz de dar conselhos concretos. Recomendações sobre o ensino e a aprendizagem têm de ser tomadas como necessariamente indeterminadas e requerendo interpretação.

Nos seus *Standards 2000*, o NCTM avança com uma visão do que a Matemática escolar poderá ser nas próximas décadas. Muitas pessoas olharão para o documento como um texto sagrado ou um livro de orientações que responde às complexas questões sobre o que ensinar, como ensinar e de que maneira avaliar, de modo que a aprendizagem seja fomentada e os alunos se sintam confortáveis e confiantes no poder matemático que estão a ganhar. No entanto, essa forma de olhar para os *Principles and Standards for School Mathematics* tem menor probabilidade de ajudar os educadores matemáticos do que uma perspectiva do documento que o considere um instrumento para ser usado no desenvolvimento de uma prática reflexiva. O documento dá orientações, mas identifica também, directa ou indirectamente, muitas questões com que os educadores matemáticos se debatem, clarificando assim muitas situações de desenvolvimento profissional. Assim sendo, o documento pode servir como uma plataforma para reflexão, discussão e debate, a nível profissional.

A perspectiva enfatizada pelo NCTM não necessita de apoio cego nem de crítica sem fundamento. Os educadores matemáticos precisam de se envolver em diálogos construtivos sobre a perspectiva do que é o ensino, o currículo e a avaliação que o NCTM nos dá. Precisam resistir a alinharem por uma só perspectiva, tornando-se demasiado defensivos e desdenhando mudanças adicionais, sem examinar criticamente os seus custos e benefícios. Qualquer visão sobre o ensino e a aprendizagem da Matemática na escola necessita de ser submetida a uma crítica informada. Além disso, precisa de se transformar continuamente, à luz da experiência profissional, e de chegar a uma melhor compreensão, através de um debate equilibrado, amplo e intelectualmente exigente.

Se os educadores matemáticos puderem adoptar uma postura mais crítica em relação ao seu trabalho, existem boas razões para se estar optimista em relação a muitos dos desafios a serem enfrentados nas próximas décadas, de forma que conduzam a uma prática profissional mais efectiva. Como anteriormente referido, a tarefa estará sempre por terminar, mas um forte envolvimento numa mudança firme e incremental, através de um processo que aproveite tanto a acção como a reflexão sobre a acção, pode garantir que seja realizado um progresso contínuo, no sentido de melhorar a aprendizagem matemática de todos os alunos.

Nota

- 1 Kilpatrick, J., & Silver, E. (2000). Unfinished business: Challenges for mathematics education in the next decades. In M. Burke (Ed.), *Learning mathematics for a new century* (pp. 223-235). Reston, VA: NCTM.

Referências

- Brown, C. A. & Smith, M. S. (1997). Supporting the Development of Mathematical Pedagogy. *Mathematics Teacher*, 90, 138-43.
- Brownell, William A. (1956). Meaning and Skill: Maintaining the Balance. *Arithmetic Teacher*, 3, 129-36.
- Glaser, R., & Silver, E. A. (1994). Assessment, Testing, and Instruction: Retrospect and Prospect. In L. Darling-Hammond (Ed.), *Review of Research in Education*, (Vol. 20, pp. 393-419). Washington, D.C.: American Educational Research Association.
- Hall, G. S. (1904). *Adolescence: Volume II*. New York: D. Appleton.
- Kilpatrick, J. (1985). Reflection and Recursion. *Educational Studies in Mathematics*, 16, 1-26.
- McMurry, F. (1904). What Omissions Are Desirable in the Present Course of Study, and What Should be the Basis for the Same? In *Journal of Proceedings and Addresses of the Forty-Third Annual Meeting*. Winona, Minn.: National Education Association.
- National Center for Education Statistics, U.S. Department of Education (1999). *Teacher Quality: A Report on the Preparation and Qualifications of Public School Teachers*. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.
- National Council of Teachers of Mathematics (1995). *Assessment Standards for School Mathematics*. Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Council of Teachers of Mathematics (1991). *Professional Standards for Teaching Mathematics*. Reston, Va.: National Council of Teachers of Mathematics.
- National Education Association (1894). *Report of the Committee of Ten on Secondary School Studies, with the Reports of the Conferences Arranged by the Committees*. New York: American Book.
- National Research Council (1993). *Measuring What Counts: A Conceptual Guide for Mathematics Assessment*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Oakes, J. (1985). *Keeping Track: How Schools Structure Inequality*. New Haven, Conn.: Yale University Press.
- Smith, M. S. 'Balancing on a Sharp, Thin Edge': A Study of Teacher Learning. In the Context of Mathematics Instructional Reform. *Elementary School Journal*, in press.