

Desafios da Educação Matemática no novo milênio*

UBIRATAN D'AMBRÓSIO

PUC/SP

“A história nos ensina a continuidade do desenvolvimento da ciência. Sabemos que cada era tem seus próprios problemas, os quais a era seguinte ou resolve ou coloca de lado como sem interesse e os substitui por novos problemas”.

DAVID HILBERT, 1900.

“Matemática é mais como arte que as demais ciências. A matemática tende a ser correta. Mas também a matemática tende a ser irrelevante. Há um grande risco de a matemática se preocupar com coisas que são corretas, mas não são importantes”.

STEPHEN SMALE, 1991.

Há 100 anos David Hilbert nos dizia, muito claramente, que há uma mudança de prioridades no interesse dos matemáticos. Isso porque o mundo passa por transformações, as sociedades tomam outros rumos. Conseqüentemente, o ensino da matemática tem prioridades diferentes e corre o grande risco da obsolescência.

Quase 100 anos depois, outro grande matemático, Stephen Smale, nos lembra que há temas de matemática que, embora corretos e interessantes, não são importantes. Igualmente, o ensino da matemática corre o risco de se ater a conteúdos sem importância, isto é, inúteis.

Mais ou menos na mesma época da reflexão de Smale, um outro grande matemático, Mikhail Gromov, chama a atenção para a necessidade de se relacionar a matemática com os demais setores da sociedade, sobretudo reconhecendo os novos desenvolvimentos das ciências e da tecnologia, ao dizer:

“nós matemáticos muitas vezes temos pouca idéia sobre o que está se passando

em ciência e engenharia, enquanto os cientistas experimentais e engenheiros muitas vezes não se apercebem das oportunidades oferecidas pelo progresso da matemática pura. Este perigoso desequilíbrio deve ser evitado trazendo mais ciências para a educação dos matemáticos e expondo os futuros cientistas e engenheiros à matemática central. Isto requer novos currículos e um grande esforço de parte dos matemáticos para trazer as técnicas e idéias matemáticas fundamentais a uma audiência maior (principalmente aquelas desenvolvidas nas últimas décadas). Necessitamos para isso de uma nova geração de matemáticos profissionais capazes de trafegar entre matemática pura e ciência aplicada. A fertilização cruzada de idéias é crucial para a saúde tanto das ciências quanto da matemática.” Mikhail Gromov, 1995.

Gromov aponta para a necessidade de introduzir novos currículos, evitando o risco de tornar a matemática alienada do mundo atual e, conseqüentemente, desinteressante.

Os três grandes matemáticos alertam para o perigo de se ensinar e praticar uma matemática

- não atual, isto é, obsoleta,
- correta, mas irrelevante,
- alienada e, portanto, desinteressante.

O grande desafio que nós, educadores matemáticos, encontramos é tornar a matemática interessante, isto é, atrativa; relevante, isto é, útil; e atual, isto é, integrada no mundo de hoje.

Uma recapitulação muito breve da evolução da matemática acadêmica nos mostra que sua história é a própria história do ocidente. Suas origens remontam às grandes civilizações da antiguidade ao redor do Mediterrâneo. Assimilada pela Europa cristã, essa

matemática foi levada a todo o planeta no processo de colonização, ignorando e reprimindo formas, praticadas pelas culturas locais, de lidar e explicar a realidade.

Como conseqüência da ciência e da filosofia modernas temos três grandes revoluções no século XVIII, a Revolução Industrial, a Revolução Americana e a Revolução Francesa.

A chamada Era dos Impérios, que se consolidou no século XIX, deu à matemática novas feições, particularmente sugerindo novas visões de espaço e de rigor, com os importantes trabalhos de Nikolai Lobachevski (1792-1856) e János Bolyai (1802-1860) [geometrias não-euclidianas], de Augustin Cauchy (1789-1857) [*Cours d'analyse*, 1821], de Karl T.W. Weierstrass (1815-1897) [funções de variável complexa e definição de limite com e e d], George Boole (1815-1864) [*Laws of Thought*, 1854], Georg F. Cantor (1845-1918) [teoria dos conjuntos e números transfinitos], David Hilbert (1862-1943) [sistemas formais], Bertrand Russell (1872-1970) e Alfred N. Whitehead (1861-1947) [*Principia Mathematica*, 1910-13], dentre inúmeros outros.

Esses avanços da matemática possibilitaram o grande desenvolvimento científico tecnológico que marcou o século XX e o surgimento do que foi denominado tecnociência. A Segunda Guerra Mundial e a chamada Guerra Fria imprimiram à tecnociência e à economia a ela associada, rumos até então inimagináveis. Ao mesmo tempo, essa mesma tecnociência revelou suas fragilidades e incapacidade de conduzir a humanidade à paz nas suas várias dimensões: paz interior, paz social, paz ambiental e paz militar.

E a pergunta que muitos fazem é:
Mas o que a matemática tem a ver com isso?

E a resposta que a história nos ensina é:

Tem tudo a ver.

E o grande desafio que enfrentamos hoje é:

Como a matemática pode ajudar a atingir a paz total?

Vamos rapidamente entender o que se passou com a humanidade no final do segundo milênio.

Imediatamente após o fim da Segunda Guerra Mundial, os grandes ideais de independência para todos os povos e de uma paz universal depa-ram-se com reações sutis, sobretudo no âmbito educacional. Campanhas com educação para todos, conduzidas pela UNESCO e órgãos de cooperação bilateral, visavam, na sua essência, uma garantia da subordinação antes intrínseca à ordem colonial. A reconstrução econômica, conduzida pelo FMI, pelo Banco Mundial e por equivalentes regionais, deram prioridade ao restabelecimento dos grandes impérios financeiros e ao desenvolvimento de um mercado consumidor cativo.

A busca de hegemonia política e econômica, em simbiose, deu origem à Guerra Fria. Na verdade, uma maratona de tecnociência. Surgem então os organismos nacionais de fomento ao desenvolvimento científico e tecnológico, canalizando enormes recursos governamentais para o ambiente acadêmico. Um modelo de tal organismo foi a National Science Foundation, dos Estados Unidos. Imediatamente esses organismos foram

reproduzidos, particularmente na América Latina, como o Conselho Nacional de Pesquisas no Brasil e os conselhos nacionais de desenvolvimento científico e tecnológico (CONACITs e CONICYTs) nos demais países. Não tardou para as forças armadas se introduzirem no fomento à pesquisa acadêmica, por meio de financiamentos, entre outras organizações, da OTAN, da NASA, da Força Aérea, Marinha e Exército americanos. Os matemáticos de praticamente todos os países do bloco ocidental receberam esse tipo de apoio financeiro. Afinal, era necessário vencer a Guerra Fria e a matemática era um instrumento poderoso no esforço de guerra.

Igualmente, o processo de independência política e econômica, preconizado no final da Segunda Guerra Mundial, foi rapidamente subordinado aos interesses dos blocos em conflito na Guerra Fria. Uma sucessão de golpes militares e revoluções, com intervenção direta ou velada dos blocos em conflito, foi o panorama da segunda metade do século XX. Instrumentos materiais [armamentos e tecnologia de suporte] e intelectuais [ideologias e teorias sociais e econômicas] foram desenvolvidos como suporte ao conflito. Esses instrumentos materiais e intelectuais tinham e têm, como base, a matemática.

Para o desenvolvimento desses instrumentos surgiram, como aconteceu em outros tempos na história, novas áreas de pesquisa matemática. Não só novos conteúdos, mas também novos conceitos de rigor e de critérios de verdade.

Vejamos dois exemplos de como os critérios de verdade são afetados: o que

é uma demonstração, em vista da solução computacional do problema das quatro cores¹; a aceitação da demonstração, por Andrew Wiles, em 1995, do Teorema de Fermat (1637): não é possível encontrar três números x , y e z , para os quais $x^n + y^n = z^n$ quando $n > 2$.

A educação matemática foi igualmente afetada e são notórios os vários movimentos de renovação do ensino da matemática, com respaldo de importantes progressos na psicologia da aprendizagem e óbvias implicações políticas. O mais notório é o movimento da matemática moderna. Posteriormente, o ensino contextualizado, a educação multicultural e os projetos de manipulação se incorporaram como tendências.

Agora, procura-se convencer estudantes, pais, professores e população em geral que tais movimentos fracassaram, usando para isso instrumentos obsoletos e inidôneos de avaliação, associados a uma forma cruel de intimidação, os credenciamentos.

O fracasso escolar, particularmente em educação matemática, é irreversível no quadro conservador que predomina. A sociedade está mudando, as crianças estão mudando, o conhecimento está mudando. Não há como ser conservador com a educação matemática.

Matemática e educação matemática num mundo em transição

Estamos, na entrada do novo milênio, de posse de novas visões do cosmos, do planeta, da sociedade e do homem. Se considerarmos que a matemática acadêmica e a educação matemática se fundaram em visões do

cosmos [medida de tempo e movimentos celestes, astronomia], da natureza [medições de terra, reconhecimento e delimitação de espaço, cartografia, movimento e velocidade], da sociedade [mercantilismo, estatística e probabilidades] e do homem [cognição, aprendizagem], é óbvio perguntar como a matemática reage às profundas modificações de suas bases, isto é, às novas visões do cosmos, da natureza, da sociedade e do homem.³

Igualmente, a matemática e a educação matemática não podem ser insensíveis aos problemas maiores afetando o mundo moderno, principalmente a exclusão de indivíduos, comunidades, e até nações, dos benefícios da modernidade. A matemática é o maior fator de exclusão nos sistemas escolares. O número de reprovações e evações é intolerável. Faz-se necessário ampliar as oportunidades de escolaridade e de pesquisa com a utilização plena dos recursos de ensino à distância. E naturalmente repensar, profundamente, os modelos correntes de avaliação.

A violência urbana e o crescente uso de drogas estão presentes no nosso cotidiano. Isso se insere numa questão maior, que não pode ser ignorada, que é a violação da paz, em suas várias dimensões: paz interior, paz social, paz ambiental e paz militar. Essa questão maior, geralmente ignorada por matemáticos e educadores matemáticos, tem tudo a ver com a incorporação de uma cultura de paz e de não-violência na seleção de conteúdos matemáticos, dando especial importância a uma visão crítica da história da matemática.

Os novos meios de produção apontam para outros conceitos de

emprego e de lazer, de salário e de segurança. De que vale a organização curricular de matemática nas escolas em vista das novas oportunidades de trabalho? Não sabemos que possibilidades de emprego terão. O que podemos fazer é dar às novas gerações instrumentos comunicativos, analíticos e materiais para que possam enfrentar um mundo que desconhecemos.⁴

A questão ambiental se apresenta com urgência como tema central nos programas escolares. Dificilmente essas questões poderão ser abordadas sem matemática.⁵ Isso implica a apresentação de novos conteúdos e metodologias que permitam capacitar o aluno para o fazer matemático, como aquilo que a modelagem possibilita.

E, naturalmente, não podemos deixar de considerar novas áreas de pesquisa, como a informática, a biotecnologia, a inteligência artificial e os estudos da consciência, que

dependem de um instrumental matemático novo. A resposta ao apelo de Gromov é urgente, principalmente pelos sistemas escolares. Novos conteúdos e métodos de trabalho interdisciplinar são prioritários.

Naturalmente, todos os esforços para dirigir a ciência para o objetivo maior de uma humanidade feliz e digna dependem de uma ética científica e tecnológica e da incorporação de valores no fazer científico e tecnológico.⁶ A Matemática não pode se excluir dessas reflexões. É urgente falar de uma ética matemática.⁷ O grande desafio para os educadores matemáticos no futuro imediato é a resposta às questões maiores aqui relacionadas.

* Palestra no I SIPEM/Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática, promovido pela SBEM, em Serra Negra, SP, 22 a 25 de novembro de 2000.

¹ Conjectura, de Francis Guthrie, 1852, que quatro cores são suficientes para colorir qualquer mapa. Pode-se considerar a verificação de todos os casos com um computador, feita por W. Haken e K. Appel em 1976, como uma demonstração?

² A demonstração de Wiles depende de um grande número de teoremas que pouquíssimos matemáticos podem acompanhar. A aceitação do resultado de Wiles depende da aceitação de verdades cujo único critério de validade é a aceitação por um restrito círculo, baseadas no prestígio de seu reconhecimento acadêmico. A possibilidade de uma grande farsa não pode ser excluída. Um cenário do filme *Matrix*!

³ Ubiratan D'Ambrosio: *Educação para uma Sociedade em Transição*. Campinas: Papirus Editora., 1999.

⁴ Ubiratan D'Ambrosio: Literacy, Matheracy, and Technoracy: A Trivium for Today, *Mathematical Thinking and Learning*, 1(2), 1999; pp.131-153.

⁵ Ubiratan D'Ambrosio: On Environmental mathematics education, *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik ZDM* 94/6; pp.171-174.

⁶ Ver o importante evento em memória de um conceituado filósofo da matemática: *Science, technique et valeurs. Actes des Colloques de Crêt-Bérard et de Paris en hommage à Ferdinand Gonseth*, éd. Eric Emery, L'Age d'Homme, Lausanne, 1998.

⁷ Ver o número especial sobre "Mathematics, Ethics and Peace", na revista *ZDM/Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, Jahrgang 30, Juni 1998, Heft 3.

**Professor, se seu Estado
ainda não tem uma regional
SBEM, entre em contato
conosco para orientação.**

e-mail: sbem@exatas.pucsp.br