

# 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 perigo 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, consequentemente, 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 antigüidade 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 consequência 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 dependeram-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 cores<sup>1</sup>; 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  $n > 2$ .<sup>2</sup>

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.<sup>3</sup>

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 evazões 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.<sup>4</sup>

A questão ambiental se apresenta com urgência como tema central nos programas escolares. Dificilmente essas questões poderão ser abordadas sem matemática.<sup>5</sup> 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.<sup>6</sup> A Matemática não pode se excluir dessas reflexões. É urgente falar de uma ética matemática.<sup>7</sup> O grande desafio para os educadores matemáticos no futuro imediato é a resposta às questões maiores aqui relacionadas.

<sup>1</sup> 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?

<sup>2</sup> 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*.

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

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

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

<sup>6</sup> 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*, ed. Eric Emery, L'Age d'Homme, Lausanne, 1998.

<sup>7</sup> 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**