

# O QUE É EDUCAÇÃO MATEMÁTICA?

João Bosco Pitombeira de Carvalho <sup>1</sup>

Este trabalho representa, com alguns desenvolvimentos e modificações, as idéias expostas pelo autor no Primeiro Encontro de Temas & Debates, promovido pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática em Rio Claro, São Paulo, em janeiro de 1991.

A fim de incentivar uma discussão crítica no Brasil sobre o que é Educação Matemática e quais seus problemas, proponho uma definição bem geral para o assunto, dois fios condutores que deveriam identificar o que é Educação Matemática, e uma proposta para o que considero o problema mais importante em Educação Matemática atualmente no Brasil.

Propositadamente, expus-me, ao apresentar certos pontos de vista. Usando uma expressão inglesa, coloquei-me "out on a limb", como um gato que se aventurou pelos ramos mais altos e frágeis de uma árvore e não sabe como descer. Mas devemos urgentemente no Brasil refletir sobre o que achamos ser Educação Matemática. As denominações "Mathematics Education", "Didactique des Mathématiques", "Didaktik der Mathematik" tem sutis diferenças, conotações ligeiramente diferentes. É necessário que nós, para não ficarmos sempre seguindo o que parece ser moda nos Estados Unidos ou na Europa, desenvolvamos nosso próprio conceito de Educação Matemática. Isso só pode ser feito com

<sup>1</sup> Departamento de Matemática, PUC-RJ

muitas discussões, trocas de idéias, etc. Este trabalho é uma pequena contribuição neste sentido.

O que é Educação Matemática? Uma tentativa de definição bem geral seria de que ela é o estudo de todos os fatores que influem, direta ou indiretamente, sobre todos os processos de ensino-aprendizagem em Matemática e a atuação sobre estes fatores.

Claramente esta definição é tão geral, que nela quase tudo seria Educação Matemática e, portanto, nada seria Educação Matemática. É necessário delimitá-la, circunscrevendo o corpo de estudo e de ação da Educação Matemática para podermos trabalhar produtivamente.

Dentro da definição proposta se enquadram desde trabalhos de psicologia pura, sobre mecanismos e processos de aprendizagem, por exemplo, até trabalhos bem ligados aos conteúdos específicos em Matemática, nos níveis de primeiro, segundo ou terceiro graus. É todo um espectro, todo um arco de atividades e de pesquisas com o qual depara o estudioso e o pesquisador em Educação Matemática.

Obviamente, é necessário achar alguns fios condutores que permitam identificar o que é Educação Matemática no universo acima indicado.

O primeiro fio condutor seria a preocupação com o ensino-aprendizagem. Educação Matemática diz respeito especificamente à Educação Matemática. Certamente ela emprega contribuições de muitas áreas, mas estas contribuições são trabalhos de Educação Matemática somente se estiverem voltadas para o ensino-aprendizagem em Matemática. Fazendo uma analogia, um trabalho sobre estrutura molecular é um trabalho de Biologia. Não é um

trabalho de Medicina. No momento em que seus resultados começarem a ser utilizados por médicos, em Medicina, estas utilizações serão de Medicina. As investigações seminais de Watson e Cricks sobre a estrutura do DNA certamente não eram Medicina, mas quantos progressos permitiram à Medicina!

Analogamente, certas investigações em Psicologia, Antropologia, Sociologia, Filosofia, História da Matemática, etc. por si próprias não são Educação Matemática, embora possam trazer resultados riquíssimos para o nosso campo de estudo.

Certamente, há uma zona cinzenta, mal definida, onde é difícil e talvez impossível dizer se um trabalho é ou não de Educação Matemática. Isso acontece em todas as áreas interdisciplinares, e, quanto mais interdisciplinar a área, mais difícil fica traçar as fronteiras entre os diversos campos de estudo que para ela contribuem.

Desejo frisar que, ao propor a definição acima, não estou de maneira nenhuma tentando diminuir o valor das contribuições das áreas envolvidas em Educação Matemática. Muito pelo contrário. Da mesma maneira que a engenharia moderna não existe sem a Matemática, a Física, a Química, a Educação Matemática repousa sobre vários campos importantes já com longa tradição de pesquisa: a Psicologia, a Educação, a Sociologia, a História, a Filosofia, a Antropologia, etc. Em verdade, freqüentemente, muitos dos praticantes destes campos fazem Educação Matemática do mais alto nível.

Também a presença de estudiosos destas áreas é não só importante como imprescindível em um centro de Educação Matemática. Certamente cada centro terá suas especificidades, suas linhas

próprias de pesquisa, já que dificilmente seria possível, por uma simples questão de recursos e de pessoal, atacar com proveito uma grande variedade de pesquisas. Assim, em alguns locais, a ênfase será sobre a Psicologia, em outros sobre a História e a Epistemologia, em outros ainda sobre tecnologias de ensino, etc, etc.

Como já dissemos, a Educação Matemática é uma área essencialmente interdisciplinar, na qual progressos se fazem em várias frentes, algumas delas mais teóricas, de investigação mais acadêmica, algumas mais práticas, consistindo em intervenções diretas nos processos de ensino-aprendizagem. O reconhecimento deste caráter interdisciplinar da Educação Matemática acarreta imediatamente duas conseqüências: em primeiro lugar, a humildade que cada praticante do campo deve ter em relação a sua capacidade de abranger toda a área de estudo: isso é impossível. Pessoas com formação em Psicologia, por exemplo, por vezes tem dificuldade em entender a maneira como um educador matemático de formação matemática profissional encara a Matemática. Reciprocamente, muitas vezes os matemáticos profissionais que se dedicam a Educação Matemática não tem consciência clara, ou não sabem explicitá-la, da complexidade de certos fatores de natureza psicológica, social ou cultural envolvidos no ensino-aprendizagem.

Um corolário desta humildade e do reconhecimento da interdisciplinaridade é o respeito que cada um dos que trabalham em Educação Matemática deve ter pela atuação dos demais. O psicólogo deve respeitar o matemático e vice-versa. Deve haver a consciência clara de que todos tem um objetivo comum, multifacetado e complexo, e que pode ser atacado de várias maneiras, sob vários enfoques.

O segundo fio condutor que pode dar unidade e servir como um fio de Ariadne no vasto campo de pesquisas da Educação Matemática seria o reconhecimento da individualidade, do valor e das especificidades da Matemática.

Trata-se certamente de uma proposta polêmica. Alguns reagirão de imediato, declarando que fazer isto seria atribuir à Matemática um valor intrínseco, nobre, mas que ela não é nenhuma construção nobre, puramente mental e de valor intrínseco eterno, que deveria ser admirada por sua pureza como uma das grandes criações do espírito humano.

Certamente a Matemática é uma construção social, sujeita à concepção que cada sociedade tem do saber, da ciência, da perfeição. É também influenciada pelas estruturas econômico-sociais vigentes. O apoio à Matemática e sua aceitação, ou melhor, a aceitação aos vários tipos de Matemática tem variado segundo as necessidades reais ou aparentes da sociedade ou de seus segmentos capazes de influir na definição de políticas e de prioridades. Na maioria das sociedades de que temos registros matemáticos mais completos, a chinesa, babilônia, hindu, egípcia, greco-romana, a Matemática sempre foi mais ou menos utilizada como ferramenta político-social, para controle da natureza e da sociedade. O estranho é que a Matemática sempre teve suas preocupações não utilitárias; entre os babilônios, por exemplo, o cálculo de ternos pitagóricos; entre os chineses, o teorema chinês dos restos, etc. Estas preocupações não utilitárias atingiram seu ponto máximo na sociedade grega clássica, cujo estilo de Matemática moldou todo o desenvolvimento subsequente desta ciência.

Em verdade, a Matemática é uma das criações notáveis do espírito humano. Quando uso aqui a palavra notável, não quero dizer que a Matemática é necessariamente uma criação nobre. Notável quer dizer que merece atenção, que deve ser mencionado, digno de atenção ou de reparo. Assim, por exemplo, a erupção do vulcão Cracatoa foi notável. As epidemias de cólera que assolaram a Europa no século XIV foram notáveis, os progressos da Biologia após a compreensão da estrutura da ADN têm sido notáveis, etc.

Uma das características notáveis da Matemática (notável mais uma vez empregada com o significado descrito acima) é sua especificidade e aplicabilidade. Já toquei nestes pontos em outro trabalho publicado em "Temas & Debates". O importante aqui é que estas especificidades sejam reconhecidas e valorizadas em Educação Matemática: o fato de que o conhecimento matemático é abstrato, que sua aplicabilidade a situações variadas depende exatamente desta abstração, deste "distanciamento" dos problemas concretos.

Assim, por exemplo, a Matemática não é um conjunto de algoritmos formais ou informais para resolver problemas "práticos". É necessário perguntar por que estes algoritmos funcionam, quais os limites deste funcionamento, como se inter-relacionam, como podem ser generalizados. Isso do ponto de vista do saber matemático descontextualizado. De um ponto de vista mais contextualizado, seria necessário tentar entender como se chegou àquele algoritmo, as razões de sua escolha, os métodos formais ou informais de sua transmissão, investigar sua ocorrência simultânea ou não em vários contextos culturais (culturas aqui no sentido antropológico do termo), etc.

É estranho que, enquanto em muitos ramos do saber se defende um ensino-aprendizagem mais voltado para a compreensão da estrutura do assunto estudado, freqüentemente se ouve defender que o ensino de Matemática devia voltar-se para as aplicações. Enquanto a gramática normativa deixa de ser a parte mais importante do ensino da língua, os dados e os feitos dos atores políticos ou militares deixam de ser enfatizados pela história, pretende-se fazer com que em Matemática o ensino se limite a problemas uteis para a vida prática. Este é um movimento que existe não só no Brasil, mas em todo o mundo, o chamado movimento "back to basics". Certamente uma de suas razões foram os exageros e distorções da chamada Matemática Moderna, mas não nos devemos entregar as novas tendências sem um exame crítico de seus pontos positivos e negativos.

O ensino-aprendizagem em Matemática deve ser tal que permita ao aluno (no primeiro, segundo e terceiro graus) *conhecer a Rainha*, na expressão feliz de Frank Lester. Essa expressão provém do título de um livro do historiador de Matemática norte-americano E. T. Bell: *Matemática, a Rainha e a Serva das Ciências*. Enquanto ferramenta, a Matemática, em qualquer nível de aplicação, é uma ferramenta: ela resolve problemas, desde bem triviais, como calcular o troco na feira, até extremamente complexos, como resolver numericamente as equações diferenciais do movimento da atmosfera, para prever o tempo. No entanto, a Matemática tem seu lado *Rainha*. É isso que percebeu um escriba anônimo na Babilônia, há mais de 3.000 anos, ao fazer uma tabela de ternos pitagóricos. É isso que percebeu Fermat, no limiar do século XVII, ao refletir sobre problemas da teoria dos números propostos por Diofanto. É isso o que leva matemáticos a investigar quais são as configurações estáveis eternas no *jogo da vida* de Conways.

A escola tem uma responsabilidade social, e não deve permitir que seus alunos saiam despreparados para atuar como cidadãos conscientes em uma sociedade cada vez mais permeada pela ciência e pela tecnologia. Parte disso consiste em habilitá-los a resolver problemas que possam ser formulados matematicamente. Mas essa capacidade operativa deve ser consequência da compreensão das estruturas, das idéias e dos métodos matemáticos pelos alunos, e não de uma simples aplicação padronizada da algoritmos "ad hoc".

Uma vez propostas estas duas grandes linhas unificadoras, voltemo-nos para a tarefa dos educadores matemáticos. Ela é ampla e ingrata. São inúmeros os problemas com que deparamos no primeiro, segundo e terceiro graus. É suficiente comparecermos a qualquer congresso ou simpósio de Educação Matemática para sairmos quase que esmagados com a quantidade, magnitude e complexidade dos problemas do ensino-aprendizagem em Matemática.

O educador matemático tem uma contribuição essencial a dar, neste momento em que a escola está falida, já não corresponde mais ao que a sociedade necessita, já não consegue motivar o aluno.

Em primeiro lugar, fracassaram as tentativas de melhorar o ensino-aprendizagem centradas nos currículos, de um ponto de vista puramente do conteúdo. Essa foi uma das falhas do movimento da Matemática Moderna, em cujos impulsos iniciais havia a preocupação de matemáticos com a preparação dos jovens para a Matemática que iriam encontrar na universidade. Esse é também, acho, o problema com o movimento "back to basics", como interpretado por grande número de seus defensores.

A revisão curricular, por si só, esgotou-se. Isso é talvez mais evidente nos cursos de licenciatura, que estão, salvo as poucas e honrosas exceções de sempre, totalmente defasados, com uma visão puramente conteudística e compartimentalizada do saber (saber específico da modalidade versus saber pedagógico). A Licenciatura em Matemática é vista como um sub-bacharelado, de que foram podadas as disciplinas matemáticas mais avançadas, substituídas por disciplinas didático-pedagógicas obrigatórias.

Um problema básico da Educação Matemática no Brasil, que eu diria ser o problema sobre o qual deveriam concentrar-se os educadores matemáticos, é o da formação do professor. Isso é válido para o primeiro, segundo ou terceiro graus. Acredito que a ordem dada é a de seriedade decrescente do problema. Não estou dizendo que o professor de segundo ou terceiro grau está preparado para seu trabalho, mas simplesmente afirmando que, em virtude do número de alunos envolvidos, e das complexidades psico-pedagógicas com que o professor de primeiro grau vai deparar, o problema da sua formação é muito mais sério do que o da do professor de segundo grau, que por sua vez é mais sério do que a do de terceiro grau.

A formação do professor deve levar em conta que ele se move em uma trama complexa de relações humanas e sociais, de regulamentos e normas, de tradições. O simples domínio do conteúdo, adicionado a algumas disciplinas didático-pedagógicas, simplesmente não o prepara para enfrentar a realidade complexa da escola. Isso é particularmente válido para o primeiro grau, onde boa parte dos professores não tem nem mesmo domínio sobre o conteúdo da Matemática elementar que deveria ensinar.

Abre-se aí um grande leque de problemas para a Educação Matemática no Brasil. O trabalho é imenso e urgente. É um trabalho essencialmente interdisciplinar, no qual tem que participar psicólogos, matemáticos, professores com vivência em sala de aula, educadores, etc. Nele tem lugar desde as pessoas de inclinação mais acadêmica e contemplativa, até os que se sentem mais realizados no fazer direto, na ação. Equipes interdisciplinares podem atuar junto a cursos de magistério ou escolas normais e licenciaturas, trabalhando diretamente com os alunos destes cursos ou com seus professores, elaborando e testando materiais de ensino, propondo modificações, acompanhando-as e testando-as; podem oferecer programas de reciclagem para professores destes cursos, sem esquecer que mudanças de postura em educação exigem tempo e esforço continuado. Em particular, deve ser feito um esforço para incluir alunos das licenciaturas nestes cursos, a fim de que eles vivenciem o que é trabalho e pesquisa em Educação Matemática.

Há duas razões fundamentais para propor este tema de estudo e pesquisa: a primeira delas é exterior a Educação Matemática, e trata-se da relevância social do tema. A segunda é intrínseca a Educação Matemática: A formação do professor é um tema essencialmente integrador. Nele, podem e devem participar todas as linhas de investigação em Educação Matemática. Dessa integração em torno de um problema comum, certamente poderá surgir com clareza o que nós pensamos o que é Educação Matemática, o que nós queremos que ela seja. Em torno deste tema, dar-se-ão muitos tipos de investigações, com a grande vantagem de que elas terão um objetivo comum e um compromisso social. Isso afasta o risco, sempre presente em investigações acadêmicas, do descomprometimento e da esterilidade por falta de objetivo.