MATEMÁTICA, CULTURA E PODER*

MUNIR FASHEH**

TRADUÇÃO: MARIA INES SANTOS DOMITE***
MARIA DO CARMO DOMITE MENDONÇA****
REVISÃO: MARIA APARECIDA C.R.T. MORAIS*****
ANTONIO MIGUEL******

Este artigo lida com a interação no ensino da matemática, de um lado, padrões culturais predominantes de crenças, pensamentos e comportamento de outro, especialmente em países do Terceiro Mundo. O artigo aponta para a importância da cultura ao influenciar o modo pelo qual as pessoas vêem coisas e entendem conceitos, e para a importância do uso de fontes culturais, sociais e experiências pessoais para fazer o ensino da matemática mais efetivo e significativo, como também para os modos pelos quais a matemática pode ser usada para lidar com alguns pontos fracos da própria cultura e sociedade. Além disso, o artigo

*Este artigo é uma versão revisada de uma comunicação apresentada no Fourth International Congress on Mathematical Education-IV ICME, em agosto 1980, em Berkeley, California. Sob esta forma, foi publicado originalmente no periódico *For the Learning of Mathematics* 3(2): 2-8, em 1982. Foi recentemente re-publicado constituindo o capítulo 13 (seção V: 'Ethnomathematical Praxis in the Curriculum') do livro *Ethnomathematics: challenging eurocentrism in mathematics education*, organizado por Arthur Powell e Marilyn Frankenstein, publicado em 1997 pela University of New York Press. A presente tradução neste número da Revista Zetetiké foi devidamente autorizada pela editora e pelos organizadores do livro acima referido.

**Professor Doutor do Tammer Institute for Community Education (Rammallah - Palestina)

*** Professora de Inglês e de Português.

**** Docente do EDM da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

***** Docente do Departamento de Linguística da Faculdade de Letras da Universidade de São Paulo.

****** Docente da área de Educação Matemática do Departamento de Metodologia de Ensino da Faculdade de Educação da UNICAMP.

ressalta o conflito que normalmente ocorre entre as autoridades existentes e o ensino da matemática, quando esta última é ensinada de forma a desenvolver o pensamento crítico, a auto-expressão e o entendimento cultural e social. A região em consideração é a margem oeste do rio Jordão (a leste da Palestina), onde vivi os meus anos escolares e, por mais de quinze anos, como professor de matemática e educador.

ALGUMAS QUESTÕES

É verdade que a matemática é uma matéria neutra, independente da cultura com seus padrões de crença e comportamento e suas estruturas intelectuais?

O ensino da matemática é diferente do ensino da História?

A matemática deve ser considerada de forma abstrata e isolada, ou de modo mais subjetivo, pessoal e significativo?

É possível ensinar matemática de modo mais efetivo, isto é, buscando aumentar a atitude crítica de uma pessoa, sociedade e cultura: ser um instrumento para mudança de atitudes, crenças e perspectivas; aumentar a capacidade dos educandos para interpretar os acontecimentos da sua comunidade próxima e atender suas necessidades de uma forma melhor- sem ser atacado pelas autoridades existentes, sejam essas autoridades educacionais, científicas, políticas, religiosas e outras quaisquer?

Por que a matemática nunca, ou muito raramente, é ensinada de forma a ser útil aos países do Terceiro Mundo?

Por que muitos estudantes dessas regiões, com graduação em matemática, são normalmente 'conservadores' em seu aspecto social e em seu comportamento e 'tímidos' em seus pensamentos e em suas análises?

Quais deveriam ser os objetivos do ensino da matemática no Terceiro Mundo? E o que pode ser feito para atingi-los?

Nesse artigo, discutirei respostas para algumas dessas questões dentro do contexto de minha própria experiência em uma pequena região.

BACKGROUND

Esta comunicação é o resultado de uma experiência pessoal no ensino da matemática, por mais de quinze anos, em diferentes níveis, e principalmente da experiência que tive como Supervisor de Ensino de Matemática nessa região, por cinco anos (entre 1973 e 1978). Minha função era, principalmente, introduzir e implementar um novo currículo em matemática naquela região com circunstâncias bastante particulares. A região possuia mais de oitocentas escolas e mais de mil e seiscentos professores de matemática. A população era composta de cerca de 750.000 árabes palestinos. A região esteve sob o domínio britânico até 1948, sob o domínio jordaniano até 1967, e desde 1967 sob a ocupação israelense. A política e os problemas políticos fazem parte do cotidiano, e os padrões sociais de pensamento e comportamento, em geral, são tradicionais e conservadores. Isto tornou o meu trabalho muito difícil, mas muito interessante e não sem problemas e tropeços. Como exemplo, um educador, em geral, tem que negociar com uma autoridade; na região a que me refiro eu tinha que lidar com quatro 'autoridades': os ocupantes militares israelenses; o governo jordaniano (através do currículo escolar, exames escolares, e o fato de que a população tinha passaporte jordaniano); as instituições e segmentos da população tradicionais e conservadores; e as aspirações nacionais e necessidades do povo da região.

A primeira parte do novo currículo escolar a ser implementada era uma simples cópia de materiais da matemática moderna, proveniente de países ocidentais. Esses materiais foram escritos (através da iniciativa da UNESCO) para o décimo primeiro e décimo segundo graus nos estados árabes, por pessoas muitas das quais de fora da área e sem nenhum conhecimento de sua cultura. Eu estava encarregado de implementar o novo currículo escolar naquela região. Seis supervisores regionais de matemática e muitos professores interessados e entusiastas participaram ativamente na implementação do novo currículo escolar. O primeiro curso de formação de professores (que incluiu mais de duzentos professores) foi iniciado e executado pela Universidade de Birzeit, no verão de 1972. Ele foi seguido mais tarde por cursos similares para professores que ensinavam em graus inferiores, através do Escritório de Educação Técnica em Ramallah.

Objetivos do Ensino da Matemática em Países do Terceiro Mundo

A matemática em países do Terceiro Mundo (pelo menos no meu país) é normalmente ensinada como um conjunto de regras e fórmulas que os estudantes devem decorar e um conjunto de problemas - geralmente sem sentido para os estudantes - que eles devem resolver[1]. A única razão para estudar matemática, para a maior parte dos estudantes, é passar no exame. Embora os objetivos citados para o ensino da matemática usualmente incluam o conhecimento de certos fatos matemáticos e a capacidade de 'pensar corretamente, logicamente e cientificamente', entre outros objetivos, cheguei a acreditar que o principal objetivo de ensinar matemática (ou qualquer outro assunto) em países em desenvolvimento é duvidar, perguntar, descobrir, ver alternativas e, mais importante de tudo, construir novas perspectivas e convicções. Um dos principais objetivos da matemática deveria ser o de compreender que existem diferentes pontos de vista e respeitar o direito de cada indivíduo de escolher seu próprio ponto de vista. Em outras palavras, a matemática deveria ser um veículo para ensinar tolerância em uma época que é cheia de intolerância. O objetivo do ensino da matemática deveria ser descobrir novos 'fatos' acerca da própria pessoa, sociedade, cultura e capacitar o estudante a fazer melhores julgamentos e tomar decisões; construir relações entre conceitos matemáticos, situações concretas e experiências pessoais. Tudo isto, em minha opinião, é necessário para um desenvolvimento equilibrado de qualquer país ou sociedade.

Ensino de Matemática em Ação

Nesta seção, mencionarei alguns exemplos tirados de minha experiência que revelam a natureza dos objetivos citados na seção anterior.

1. Um professor da primeira série do ensino fundamental fez um gráfico com dias e quadrados ao lado de cada dia, em um canto da sala

de aula. Todo dia ele marcava um certo número de quadrados, correspondente ao dia, iguais ao número de alunos ausentes naquele dia. Depois de corrido um mês, os alunos de seis para sete anos observaram que o maior número de ausências ocorria no sábado. O professor perguntou-lhes sobre 'o motivo'. Seguiu-se uma discussão interessante e movimentada. Um aluno falou: *É porque ele vem depois da sexta-feira* (sexta-feira é o feriado semanal oficial). Outro estudante falou: *os garotos gostam de passar o sábado em casa porque seus pais estão em casa* (alguns homens da vila trabalham em Israel e, assim, sábado é o seu dia de descanso). Um terceiro estudante deu como explicação que 'o transporte é reduzido no sábado devido ao fato de que alguns trabalhadores não vão trabalhar neste dia'.

Então, por que um exemplo deste tipo tem mais valor que um livro inteiro de exercícios rotineiros e aborrecidos?

Primeiro, um exemplo deste tipo lida com um problema que é familiar e interessante para os alunos simplesmente porque eles o estão vivendo. Segundo, o problema é novo para todos, incluindo o professor. Uma experiência deste tipo faz com que os alunos sintam que eles são 'iguais ao professor'; por assim dizer, ambos estão lidando com o desconhecido. Terceiro, o exemplo quebra uma certa crença cultural muito forte em nossa sociedade, a crença de que existe somente uma resposta 'correta' para cada questão ou problema, e que esta resposta é dada pela 'autoridade' (neste caso o professor). Tudo que os alunos têm que fazer é decorar estas respostas, pelo menos até o dia do exame. De acordo com esta crença ou padrão, não existe diálogo e não existem diferentes alternativas ou pontos de vista. Através de um exemplo, como o problema 'maior número de ausentes', os alunos realmente compartilham o processo de educação: eles dão e não somente recebem idéias e opiniões.

Quarto, os educandos, por meio de um exemplo deste tipo, descobrem ainda bem jovens a importância e a utilidade de obter dados e colocá-los de forma ordenada. Isto é especialmente importante em uma comunidade que acredita na experimentação e obtenção de informações como um caminho para o conhecimento. Eles aprendem a ser pacientes se desejam obter resultados e chegar a conclusões. Uma tal experiência os convence de que a matemática pode ser usada para descobrir 'fatos' sobre a comunidade e tomar decisões.

Quinto, as crianças reconhecem bem cedo em suas vidas que existe uma grande diferença entre um 'fato' e suas interpretações. 'O maior número de ausências ocorre nos sábados' é um 'fato'. Mas este fato tem muitas interpretações e explicações, como as próprias respostas das crianças mostraram.

Sexto, uma experiência deste tipo ajuda a mudar as atitudes dos estudantes acerca do conhecimento e da aprendizagem em geral e acerca da matemática em particular. Ela ajuda a criar uma relação saudável entre alunos e professores, que não é autoritária ou paroquial, mas, em vez disso, dinâmica, interativa, e ainda introduz gradualmente confiança e auto-respeito nos estudantes.

2. Seguem-se dois exemplos do ensino da matemática para adultos não alfabetizados[2].

a) Uma classe formada somente de mulheres foi solicitada (no início do curso) a manter um registro diário do tempo que cada mulher gastava, por um mês, cozinhando, limpando, lavando, cuidando de criança, e assim por diante. O que poderiam as mulheres aprender de tal experiência?

Primeiro, elas aprendem a colocar informações em uma tabela. Elas usam adição e multiplicação para chegar a certas conclusões. Em resumo, elas aprendem e usam alguns tópicos da matemática em situações práticas.

Segundo, as mulheres têm um retrato muito mais claro delas mesmas, suas vidas, suas funções e o sentido de ser dona de casa. Se o marido gritasse para a sua esposa no fim do dia: 'o que você esteve fazendo o dia todo?' , ela poderia mostrar para ele detalhes das muitas tarefas que uma mulher tem que fazer, durante o dia, a cada sete dias da semana, o ano todo, toda sua vida, em quase todas as culturas.

b) No verão de 1979, eu ensinava matemática para uma classe de trabalhadores não alfabetizados na Universidade de Birzeit. Eles tinham tido algumas aulas em Árabe, mas nenhuma matemática. No primeiro período de ensino para esta classe, eu iniciei perguntando algumas

questões gerais. Uma pergunta foi: 'Suponha que um amigo deseje visitar você aqui mas ele não conhece o lugar. Tudo o que ele conhece é onde está localizado o correio. Desenhe um mapa para ele mostrando o caminho desde o correio até este edifício'. O que aconteceu naquele período ainda me deixa entusiasmado. Como uma resposta à questão citada acima cada trabalhador desenhou um mapa do correio até a sala de aula. Os mapas foram todos diferentes entre si (quatro dos mapas estão na figura 13-1).

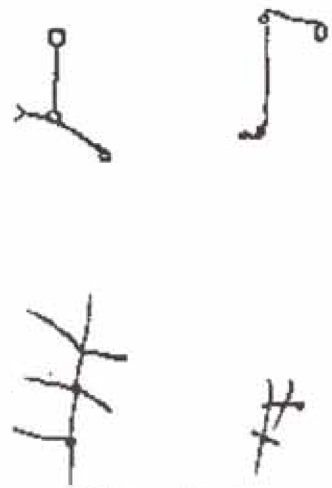

Figura 13-1

Um dos trabalhadores comentou: *Como pode acontecer que todos os mapas sejam diferentes embora nós todos tenhamos desenhado o mesmo caminho?*. Outro trabalhador replicou: *Mas cada um de nós entende o seu próprio mapa.* Um terceiro trabalhador falou para o que desenhou o mapa no canto inferior direito: *Por que você desenhou a estrada como sendo uma reta embora ela não seja reta?* Ao que o outro respondeu: *Quando eu caminho do correio para onde nós estamos, eu caminho reto até aqui.* A discussão que teve lugar naquele primeiro período dirigiu-se para coisas que eu nunca tinha pensado ou realizado quando fiz a pergunta. Falamos sobre o sentido e a importância das convenções para entender e comunicar-se uns com os outros. Falamos acerca dos diferentes significados e usos da palavra 'reto' em árabe (que é também verdade sobre os diferentes usos desta palavra em inglês, e suponho que em muitas outras línguas também]. Falamos sobre a importância de ser capaz de usar o mapa, e assim por diante. No fim daquele dia eu senti que aquela aula fora, provavelmente, a melhor aula que eu havia dado em minha vida; e supostamente para analfabetos! Durante o processo de tentar ensinar eu estava muito ocupado, aprendendo e reagindo. Estava completamente envolvido. Fiquei mais convencido do que nunca de que os alunos [sejam eles crianças ou adultos] não são cascas vazias a serem enchidas com nossa sabedoria e conhecimento; em vez disso, eles são cheios de experiência e idéias, e têm sua própria maneira pessoal de olhar as coisas. Como professores, devemos começar nosso ensino com essas experiências e pontos de vista pessoais. A primeira reação que tive quando vi os desenhos foi pensar: 'eles estão errados'. Estou contente por não tê-lo dito.

3. Ensinando, pela primeira vez, conjuntos para uma classe de sétima série.

Levei cartões que tinham cinco orifícios em uma linha ao longo da parte superior. Cada orifício correspondia a uma das cinco questões que escrevi no quadro. A resposta a cada questão era ou 'sim' ou 'não'. Se a resposta era 'sim', cada garota era instruída a manter o orifício no seu cartão correspondente àquela questão, sem modificação. Se a resposta era 'não', ela devia fazer uma marca acima do orifício correspondente do seu cartão. Como exemplo, uma das questões era: 'Você está inscrita na biblioteca pública?'

Naquele primeiro dia, as trinta e duas meninas daquela classe aprenderam um bocado acerca de cada uma. Aprenderam, por exemplo, que somente seis meninas estavam inscritas na biblioteca pública da cidade. Seguiu-se uma discussão interessante sobre o motivo do número pequeno de inscrições. Além da informação obtida sobre sua pequena 'comunidade', elas também aprenderam sobre o uso de cartões de 'computador' em companhias, empresas e assim por diante [lembrem-se de que essa discussão aconteceu nos anos 70]. Além disso, as garotas foram introduzidas a alguns conceitos matemáticos sobre conjuntos. Por exemplo, por meio da questão: 'Quantas meninas, que residem fora da cidade, estão inscritas na biblioteca?' foi introduzida a noção de intersecção de conjuntos. E através da questão: 'Quantas das meninas novatas

na classe são inscritas na biblioteca?' o conjunto vazio foi discutido. E assim por diante.

4. Historicamente, o pensamento dedutivo[3] tem ajudado a justificar a crença em 'verdades absolutas' e a existência de uma resposta 'correta' para cada problema. Os axiomas da geometria, por exemplo, foram considerados por um longo tempo como verdades inatas naturais e a priori. Eles foram considerados como familiares a cada ser pensante e verdadeiros em todos os mundos possíveis, tornando a possibilidade de descobrir alternativas muito difícil, senão impossível. Embora a matemática e muitos dos matemáticos tenham se afastado deste ponto de vista 'arrogante e ingênuo', ainda assim a matemática continua sendo ensinada como se suas regras fossem absolutas e eternas. Infelizmente esta mesma atitude também existe em outras áreas, além da matemática, tais como as áreas social, religiosa e política. Assim, o ensino do pensamento dedutivo tradicionalmente justifica a 'dimensão dogmática' na educação. Contudo, através da minha experiência escolar na Universidade de Birzeit, acabei por acreditar que o pensamento dedutivo pode ser usado com muita eficiência para criar novas atitudes e percep-ções no que se refere ao conhecimento em geral e à matemática em particular - percepções e atitudes que são bastante necessárias em nossa sociedade e cultura e, imagino também, em outras sociedades de países de Terceiro Mundo[4]. Primeiro os alunos aprendem que a matemática é criada pelo homem. Eles aprendem que os axiomas não são um presente de Deus ou um presente da Natureza, mas em vez disso, são regras e procedimentos que evoluem com o tempo, através de um processo longo e difícil. Eles aprendem que não somente as regras básicas evoluem, mas também como evolui o sentido das palavras e conceitos [tais como axiomas]. Segundo, os estudantes aprendem a ver similaridades entre coisas que não parecem similares à primeira vista. A descoberta de que os dois diagramas da figura 13-2, por exemplo, podem ser considerados como modelos de um mesmo sistema abstrato [através da troca dos significados de 'linha' e 'ponto' nos axiomas dos sistemas] foi sempre chocante e interessante para os alunos e uma fonte de discussão séria, profunda e envolvente, que normalmente durava várias aulas. Em minha experiência, esta espécie de interação quebrou muitos preconceitos e formas rígidas de pensar. Terceiro, os estudantes aprendem um

modelo intelectual ou estrutura - o modelo axiomático - que está faltando em nossa cultura. Quarto, os estudantes são ajudados a verem alternativas e o sentido de 'verdade relativa'. Eles aprendem que os axiomas podem ser modificados, parcial ou totalmente, para produzir novos sistemas e modelos. Quinto, os estudantes são ajudados a relacionar um certo evento ou fenômeno do mundo real com vários modelos abstratos possíveis; e vice-versa, um sistema abstrato pode ter vinte modelos ou aplicações 'concretas' no mundo real. Sexto (o qual acredito ser um ponto importante), é aumentada a percepção, por parte dos professores e alunos, de que muitas, se não todas as pessoas, são lógicas. A diferença entre diferentes pessoas reside ou em suas crenças básicas, ou na 'lógica' que usam ou em ambas. Acusar um estudante de ser ilógico leva a sentimentos de inferioridade no estudante e faz com que o professor perca a oportunidade de entender aquele estudante e de expandir o seu

Fig. 13-2

(isto é, do professor) 'tesouro' de estruturas e imagens mentais. Com isto em mente a questão se torna, não se uma certa pessoa é lógica ou não, mas, em vez disso, quais as crenças e tipo de lógica que aquela pessoa está usando. A questão também se torna não somente que tipo de lógica aquela pessoa está usando, mas também como esta pessoa veio a aceitar ou adotar esta lógica (por exemplo, pela força, pelo costume, pela reflexão crítica, e assim por diante). Isto não significa que todas as lógicas e todas as crenças são igualmente efetivas no entendimento e trabalho com um dado problema em uma dada situação. Tudo o que se entende é que diferentes crenças e diferentes lógicas e todas as crenças são igualmente efetivas no entendimento e no trabalho com um dado problema em uma dada situação. Tudo o que se entende é que diferentes crenças e diferentes lógicas são necessárias em ocasiões diferentes e em situações diferentes; não existe uma lógica perfeita que seja boa para todas as ocasiões e para todas as situações. Assim, em nosso ensino, devemos tentar armar os estudantes com diferentes tipos

de lógica e com a confiança de escolher aquela que eles sentem ser a mais apropriada.

A Cultura, o Indivíduo, e o Ensino da Matemática

Um engano comum no ensino da matemática tem sido, e ainda é, a crença de que a matemática pode ser ensinada de modo efetivo e significativo, sem relacioná-la à cultura ou ao estudante individual. Em minha opinião, isto, e não a dificuldade da matéria, foi e ainda é a principal razão pela qual a matemática é considerada sem significado, imprevisível, e um assunto não popular pela grande maioria dos estudantes. Nesta seção, discutirei mais adiante a interação entre a cultura, o educando e o ensino da matemática.

Há uma crença generalizada de que o ensino da matemática é diferente do ensino da história, sociologia ou ciência política. Esta crença assegura que nestas disciplinas existem diferentes pontos de vista, enquanto que em matemática os 'fatos' são independentes da cultura, do indivíduo ou do tempo. Passei a acreditar que isto é uma crença errônea que afeta negativamente o nosso ensino da matemática. 'A primeira guerra mundial teve lugar no período de 1914 e 1918' é um fato histórico, mas sua descrição e interpretação diferem de uma pessoa para a outra e de uma nação para a outra. Do mesmo modo, acredito, 'um é igual a um' é um fato matemático mas sua descrição, interpretação e aplicação diferem de uma situação para outra e de uma cultura para outra. Uma maçã fresca e deliciosa não é igual a uma maçã podre. Um certa cadeira não é igual a outra cadeira em todos os seus aspectos, não importa quão idênticas elas pareçam ser. (Fiz esta pergunta sobre duas cadeiras parecidas a meu filho quando ele tinha dez anos: *De que maneira elas são iguais*? Depois de alguma discussão ele falou: *Elas são iguais no nome, isto é, em serem chamadas cadeiras*). Nenhuma pessoa é igual a si mesma no dia seguinte. Um dólar em 1970 não é igual a um dólar em 1990. E assim por diante. Estritamente falando, então, 'um é igual a um' não possui existência verdadeira ou aplicações no mundo real.

A verdade é que em escolas, e em todo nosso ensino, nós mantemos o mundo real separado do mundo da abstração (com exceção de alguns eventos triviais e irrelevantes que estão espalhados em livros-textos sob o título enganoso de 'aplicações'). No mundo da abstração, em geral, nós concordamos sobre 'fatos'; mas no mundo real, nós nos deparamos com muitas interpretações, significados e modos de olhar para estes fatos; assim, nós discutimos e lutamos. As pessoas, por exemplo, concordam que 'um é igual a um' é uma verdade abstrata, mas sentimentos antagônicos e opiniões diferentes emergem quando dizemos, por exemplo, que 'as mulheres são iguais aos homens' ou quando dizemos que 'um voto para a Jordânia (com uma população de dois milhões de habitantes) nas Nações Unidas é igual a um voto para os Estados Unidos (com população acima de 200 milhões de habitantes) nas Nações Unidas'. O ensino com significado, relacionando o mundo abstrato com o mundo real, torna a matemática mais relevante e mais útil. Além disso, ajuda os estudantes a entender observações tais como uma de Einstein, freqüentemente citada: *na medida em que as leis da matemática se referem à realidade, elas não são certas; e na medida em que são certas elas não se referem à realidade.*

A cultura influência o modo pelo qual as pessoas vêem as coisas e compreendem conceitos. Em árabe, por exemplo, existem mais de uma centena de nomes para 'camelo' (cada nome descreve o camelo em diferentes posições ou humor). Em inglês existe apenas uma palavra para camelo. Por outro lado, existem centenas de palavras em inglês para flores (cada palavra descreve uma certa espécie de flor), enquanto existem somente duas ou três palavras em árabe para flores. Do mesmo modo, existem muitas palavras para gelo na linguagem esquimó (cada palavra descreve o gelo em diferentes formas, uso ou especificações), uma ou duas palavras para gelo em inglês ou árabe e nenhuma palavra para gelo em algumas línguas dos trópicos. O conceito árabe de camelo é muito mais rico que o dos outros; o conceito britânico de flor é muito mais rico que o dos outros e o conceito esquimó de gelo é muito mais rico que o dos outros. Li uma vez acerca de um lugar onde as pessoas não diferenciavam entre amarelo e verde. Elas tinham uma única palavra para descrever 'ambas' as cores. Fiquei espantado: *Será que elas não conseguem ver a diferença?* Então, um dia, eu estava descrevendo a cor

de um carro, como verde, para um francês. Ele falou: *Mas ele é turquesa!* Para ele, eram duas cores com dois nomes diferentes. Para mim, era uma só cor com um único nome.

Outro exemplo. Uma vez alguns de nós da Universidade de Birzeit, estávamos tentando encontrar uma palavra equivalente à palavra 'privacidade'. Cinco pessoas concordaram em um termo equivalente, outras três mantiveram o ponto de vista de que, estritamente falando, 'privacidade' não tem equivalente. Debatemos o assunto por um longo tempo. Mais tarde, reparamos que os três que tinham dificuldade em encontrar um equivalente para 'privacidade' em árabe, tinham, todos eles, vivido por algum tempo nos Estados Unidos, portanto, tinham um significado 'experiencial' da palavra 'privacidade' como é entendida no contexto americano, enquanto que os outros cinco, que tinham encontrado um equivalente satisfatório, obtiveram-no de um dicionário ou aprenderam-no na escola (e nunca tinham vivido no Ocidente). As duas palavras evocavam o mesmo sentido, imagens e experiências nas mentes daqueles que nunca tinham vivido no ocidente e diferentes significados nas mentes das três pessoas que tinham vivido em ambas as culturas. A 'privacidade' na forma pela qual é praticada na América, nunca é experimentada na sociedade árabe, que tem, essencialmente, um modo de vida 'comunitário'.

Um exemplo mais. Existe uma palavra árabe ('raquam') para as duas palavras 'numeral' e 'dígito' em inglês. Isto criou uma confusão entre os dois conceitos nas mentes de muitos professores e alunos com quem trabalhei na região da margem oeste do rio Jordão, que se manifestou nos textos que eles produziram em relação aos dois conceitos. A língua árabe, por outro lado, pode ser usada de modo muito efetivo para ajudar os estudantes a pensar criticamente e dentro do contexto. Tomo emprestada a seguinte observação feita por um pensador árabe: *geralmente em outras línguas você lê a fim de entender; em árabe, você tem que entender o que você esta lendo a fim de lê-lo corretamente.* Muitas palavras em árabe podem ser lidas ou pronunciadas, dependendo do contexto, de oito a dez maneiras diferentes. Assim, deve-se entender o sentido da palavra de modo a lê-la corretamente. É uma pena, entretanto, que o árabe seja ensinado em escolas como um conjunto de frases prontas que são repetidas centenas e milhares de vezes. Nestas condições, os ouvidos dos estudantes - e no melhor dos casos suas línguas - trabalham, mas suas mentes se mantêm 'protegidas' de pensar.

Se a cultura determina o modo pelo qual nós vemos o camelo, e o número de cores que existe, e quão precisa é a nossa percepção de conceitos, não poderia ocorrer que ela também determinasse o modo como pensamos, o modo como provamos coisas, o significado das contradições e a lógica que usamos?

O fato de uma mesma palavra ou símbolo serem usados para 'camelo', por diferentes indivíduos ou por diferentes nações, não nos permite concluir que esses indivíduos ou povos concebem da mesma forma essa palavra ou símbolo. E justamente porque usamos o mesmo símbolo para o número 'um' na mesma sala de aula ou em diferentes salas, isto não significa que uma mesma imagem surja nas mentes das crianças. Nós unificamos o símbolo, mas, erroneamente, concluímos que o significados e as imagens são unificadas. Este fato é freqüentemente ignorado pelos professores e educadores de matemática. Quando uma palavra tal como 'área', 'prova' ou 'axioma' é usada em uma aula de matemática os professores não fazem perguntas para conhecer quais são os significados e as imagens criadas nas mentes dos seus alunos. Os professores de matemática, em geral, ficam satisfeitos se os estudantes usam tais palavras 'corretamente', de maneira puramente mecânica.

O mundo está caminhando para um pico de mudanças culturais e conscientizações culturais. A matemática pode ser usada para salientar a cultura própria de uma pessoa, com suas características especiais e belas. Ao mesmo tempo, a matemática pode ser usada para que uma pessoa se conscientize das fragilidades de sua própria cultura e tente superá-las. Em outra palavras, a matemática pode e deve ser usada para apontar as forças e fraquezas de uma cultura. (Tenho lido, por exemplo, que os árabes e muçulmanos deram uma grande contribuição para a matemática e a ciência, uma de suas contribuições sendo a solução geral da equação cúbica. Todavia, os currículos nunca me mostraram como eles fizeram isto e, em geral, os historiadores ocidentais têm negado que esta foi uma contribuição dos muçulmanos[5]). O

ensino de matemática, desligado dos aspectos culturais e ministrado de um modo puramente abstrato, simbólico e sem conteúdo, não é somente inútil, mas também maléfico para os estudantes, para a sociedade, para a própria matemática e para as gerações futuras.

Não deve ser entendido, pelo considerado acima, que a matemática possa e deva ser ensinada dentro de uma cultura, separadamente de outras culturas. Os avanços do pensamento em uma cultura devem ser entendidos e bem recebidos por outras culturas. Mas, estes avanços devem ser 'traduzidos' para se ajustarem à cultura 'receptora'[6]. Em outras palavras, importar idéias é aceitável e deve ser encorajado, mas o significado e as implicações destas idéias devem ser 'percebidos localmente'. Isto é o que fazemos, por exemplo, com o refrigerador quando o importamos da França para o nosso país. Nós o enchemos com comida árabe, em lugar de comida francesa.

Não somente os significados locais e culturais devem ser encorajados, mas também sentimentos e interpretações pessoais, os quais são igualmente importantes, especialmente para as crianças pequenas. Devemos encorajar nas crianças modos 'subjetivos' de olhar para expressões e conceitos matemáticos, assim como modos objetivos de entendê-los. Não devemos salientar um, e esquecer o outro. Uma das definições mais bonitas e reveladoras de 'ponto', que jamais ouvi, veio de uma menina de seis anos. Quando perguntei como ela via um 'ponto', ela disse que era um círculo sem um buraco. Esta definição envolve o conceito de limite em matemática. Um professor que não tem a imaginação daquela criança pode ser incapaz de entender sobre o que ela estava falando.

Devemos também encorajar as crianças a 'ver o que elas entendem' e não somente 'o que nós entendemos'. Números, símbolos e palavras que usamos com crianças, nunca são sem sentido para elas, e estes símbolos não significam somente o que nós entendemos sobre eles, quando os mencionamos ou usamos. As crianças têm os seus próprios gostos e desgostos pessoais sobre os símbolos. Estes gostos e desgostos transformam-se, em alguns casos, em fortes emoções e convicções. Estas coisas são geralmente ignoradas pelos professores e educadores de matemática. Devemos formular perguntas para crianças pequenas

nas aulas de aritmética, tais como: 'Do qual você gosta mais, cinco ou dois, e por que?' E não somente questões do tipo: 'qual é o maior, 5 ou 2 e por que?'.

Nos países do Terceiro Mundo devemos ser cuidadosos para não seguir o modo ocidental de interpretar o conhecimento objetivo como sendo puramente abstrato, absoluto e isolado. Ao ensinar um conceito ou 'fato' matemático, devemos perguntar, por exemplo, onde tal conceito ou fato é aplicável ou verdadeiro e onde ele não o é; devemos perguntar sobre alguns dos usos, maus usos e abusos do conceito ou fato. Devemos pedir os significados pessoais e culturais do conceito ou fato em lugar de pedir aos estudantes somente para memorizá-lo ou solucionar problemas de rotina relacionados a ele. A matemática pode ser usada para ajudar os estudantes a descrever, organizar, ver alterna-tivas e tomar melhores decisões. Nós, como professores e educadores de matemática, devemos encontrar meios de realizar isto.

A Autoridade e o Ensino da Matemática: Conflitos e Dificuldades

Um aspecto muito importante em qualquer cultura é o que constitui autoridade nesta cultura e como esta autoridade reage e lida com as pessoas quando elas pensam de uma forma crítica ou de um modo que se desvia do caminho 'correto'. Minha própria experiência, e as experiências de muitos outros que conheci ou sobre os quais li fizeram-me acreditar, cada vez mais, na convicção: apesar das declarações feitas por instituições educacionais e por autoridade que controlam essas instituições de que elas encorajam o pensamento livre e crítico, tais instituições educacionais, em geral, desencorajam o pensamento e a expressão crítica, original e livre, especialmente quando isto toca em questões 'importantes' na sociedade. Estudantes que fazem perguntas relevantes sobre eventos importantes da sua comunidade, vêem novas alternativas e procuram novas interpretações do que existe são, geralmente, considerados 'perigosos'. Ensinar a questionar, a duvidar, a argumentar, a experimentar, a criticar e promover um ensino que aumente a percepção dos estudantes constituem, na minha opinião,

uma verdadeira ameaça às instituições estabelecidas, às crenças e às autoridades de qualquer lugar e de qualquer espécie.

As pessoas que se envolvem com o ensino desta maneira estão sujeitas a toda espécie de acusações já conhecidas, desde perturbar a lei e a ordem, ensinar idéias corruptas e imorais, até ser uma ameaça à segurança nacional; e, eventualmente, são forçadas a parar de ensinar, para dizer o mínimo. Sócrates foi acusado disso na 'democrática' Atenas dos tempos antigos; Oppenheimer e Eldridge Cleaver foram igualmente acusados, nos 'democráticos' Estados Unidos dos tempos modernos. Isto também é verdade em países socialistas e do Terceiro Mundo. A regra subjacente à uma reação deste tipo parece estar no fato de que se o ensino desenvolve uma atitude questionadora, isto pode levar ao questionamento de outras coisas na sociedade incluindo poder, crenças e estruturas ocultas desta sociedade.

Qualquer pessoa que nunca tenha experimentado isto e que duvida disto deve questionar-se acerca de seu próprio ensino e tentar descobrir o quanto esse ensino está relacionado a assuntos importantes. Entendo por 'importante' aqueles que estão relacionados a matérias como controle de economia, tecnologia, política, religião, ética, o fluxo de informações e a supressão de certos grupos - qualquer coisa que seja considerado de primordial importância nesta sociedade. Tenho me defrontado, muitas vezes, com este tipo de experiência. Uma situação deste tipo aconteceu durante a formação de clubes de matemática e ciência, em escolas de segundo grau na região à margem oeste do Rio Jordão. Os estudantes eram livres para escolher qualquer experiência que desejassem realizar ou qualquer assunto para pesquisar informações e discutir. Os clubes duraram com muito sucesso e de modo muito bonito em muitas escolas por quase dois anos. Eles tiveram muito mais sucesso, todavia, em escolas femininas do que em escolas masculinas. As estudantes, em geral, eram mais receptivas a novas idéias e mais inquisitivas, sinceras, independentes, persistentes, interessadas e originais do que os estudantes. Muitos administradores e professores apostaram que os clubes morreriam ou deixariam de existir em poucos meses. Eles estavam certos em relação às escolas mascu-linas: dentro de seis meses todos os clubes em escolas de rapazes deixaram de existir, mas em algumas escolas femininas os clubes continuaram ativos por cerca de dois anos. Eles somente deixaram de existir devido aos constantes ataques, empecilhos e atitudes hostis que começaram a ser organizadas, vindas de duas direções. Ambos, auto-ridades israelenses e indivíduos fanáticos da população árabe local, lutaram contra a existência desses clubes - cada um por suas próprias razões e com seus próprios meios[7].

Resumindo, passei a acreditar que o ensino da matemática, assim como o ensino de qualquer outro assunto nas escolas, é uma atividade 'política'. Este ensino ajuda, de um lado, a criar atitudes e modelos intelectuais que, por sua vez, ajudarão os estudantes a crescer, desenvolver-se, ser críticos, mais conscientes e mais envolvidos e, assim, tornar-se mais confiantes e mais capazes de ir além das estruturas existentes; de outro lado, pode produzir estudantes passivos, rígidos, tímidos e alienados. Parece não existir nenhum ponto neutro entre estas duas formas de ensinar.

As escolas em países do Terceiro Mundo (ao menos no meu) na sua estrutura e forma atual, ajudam a produzir estudantes do segundo tipo mencionado. A sala de aula é organizada hierarquicamente; o currículo escolar é rígido e os livros textos são fixos. A matemática é considerada como uma ciência que não comete erros; e sua verdade é considerada eterna e absoluta. Existe uma única resposta concreta para cada questão e um significado para cada palavra, e esse significado é fixo para todas as pessoas, em todos os tempos. As respostas 'erradas' não são toleradas, os estudantes são severamente punidos (de uma forma ou outra) se eles cometem 'erros'. O professores, por sua vez, estão sob a expectativa de produzir de acordo com um conjunto de objetivos rígidos e são punidos se não o fazem. A fim de evitar a punição, por exemplo, um professor de matemática do ensino médio explicou a inabilidade de alguns de seus estudantes para responder as questões do inspetor, taxando-os, em frente de toda a classe, de retardados mentais. Quando o inspetor contestou, as crianças de sete anos contaram voluntariamente que acusavam umas às outras de serem retardadas quando qualquer uma delas cometia algum erro.

Organizar um conjunto de idéias e afirmações de um modo coerente para ser capaz de ver uma nova ordem e novas relações entre essas idéias e declarações é algo fortemente desencorajado nas escolas. Afirmações causais e que expressam relações são geralmente ensinadas para ser memorizadas, mas nunca para ser discutidas ou questionadas. Alguns exemplos são: 'se nós não estamos tendo bastante chuva, é porque algumas garotas estão usando vestido sem mangas'; 'perder a guerra (em 1967) foi uma lição de Deus para nós' (de fato, foi o que Nasser do Egito falou após a guerra). Os estudantes dão definições corretas de quadrado, retângulo e polígono, mas a relação entre eles é dificilmente discutida ou perguntada. Quando o meu filho tinha oito anos eu lhe perguntei um dia o que ele tinha aprendido na escola, naquele dia. Uma das coisas que ele mencionou foi: 'se você deseja evitar ficar doente, então você deve lavar as mãos antes de comer'. Logo depois, ele começou a comer sem lavar as mãos. Quando eu o lembrei do que ele tinha acabado de dizer, ele me falou que tinha apenas que decorar aquelas palavras para o exame.

Sob todas estas condições não é difícil prever porque muitos professores e estudantes, que são atraídos para a matemática e a ciência, ao menos os que eu conheço, são 'conservadores' em sua aparência, tradicionalistas em seu comportamento e tímidos em seu pensamento. As mesmas condições também explicam porque a matemática é quase sempre ensinada de um modo isolado e irrelevante.

SUMÁRIO E SUGESTÕES

1. O professor de matemática, o aluno, suas experiências e sua cultura são fatores extremamente importantes no ensino da matemática e para tornar este ensino mais significativo e relevante. Ensinar matemática fora de um contexto cultural, declarando-a como absoluta, abstrata e universal, é a principal razão, acredito, para a alienação e os fracassos da grande maioria dos estudantes nesta disciplina.

Além disso, ensinar matemática por meio de experiências pessoais e culturais relevantes ajuda os estudantes a conhecer mais sobre a realidade, a cultura, a sociedade e sobre eles mesmos. Isto, por sua vez, ajudá-los-á a tornarem-se mais conscientes, mais críticos, melhores julgadores e mais auto-confiantes. Isto também os ajudará a construir novas perspectivas e sínteses e a buscar novas alternativas que, espero, os ajudará na transformação de algumas estruturas e relações existentes.

2. Os cursos e programas de formação de professores são um bom ponto de partida para mudar na direção acima mencionada. Aprender novos tópicos em matemática ou novos métodos para ensiná-los não é suficiente para adquirir visão e relevância - as duas qualidades mais preciosas na profissão de professor. Os programas e cursos de treinamento de professores, acredito, devem incluir também cursos sobre cultura, sociedade, a relação entre linguagem e pensamento, a história da evolução dos conceitos matemáticos, entre outras coisas. Nenhuma mudança no currículo matemático é efetiva se os professores não entenderem a mudança em todas as suas dimensões.

Devemos distinguir entre sucesso superficial e formal de um novo plano, programa ou currículo, e sucesso real; entre mudança superficial e mudança real. O novo currículo em matemática adotado pelos países árabes na década de setenta foi um 'sucesso'. Você pode ver a mudança: novos livros, novos tópicos, novos símbolos, novos termos e uma grande quantidade de cursos de treinamento. Mas, em minha opinião, isto é uma mudança superficial. A mudança real, que significaria mudança em atitudes, valores, crenças, relações e estruturas, falhou completamente.

3. A mudança de atitudes, valores, crenças e relações básicas, todavia, custa muito caro para o professor. Existe um preço para ensinar matemática de forma relacionada a outros aspectos da sociedade e da cultura, de forma que possa resultar no aparecimento da 'consciência crítica' do estudante. E o preço que o professor geralmente paga varia diretamente em relação ao poder da autoridade (independentemente da forma pela qual essa autoridade exerce o seu poder, de um modo sutil ou direto) e de acordo com a eficiência do professor. O medo de pagar o preço é um dos principais fatores, em minha opinião, que afasta o ensino de seu curso 'natural' e força-o a adquirir formas isoladas e sem significado.

4. A fim de atingir alguns dos objetivos citados acima, gostaria de sugerir, como uma possibilidade, o que se segue. A sugestão é dirigida a qualquer organização mundial com interesse no desenvolvimento de novos programas em matemática, tais como a UNESCO ou o Congresso Internacional em Educação Matemática. Vinte ou trinta educadores de diferentes culturas que estejam convencidos da importância de relacionar o ensino da matemática com aspectos culturais podem iniciar trabalhando no desenvolvimento de um currículo baseado nesta relação. A força, fraqueza, mal uso, abuso e não somente o uso da matemática, em diversas culturas, devem ser incluídos no currículo. Diferentes interpretações, perspectivas e exemplos de alguns conceitos, em diferentes culturas, devem também ser discutidos. Creio que os estudantes que passam por um tal currículo são capazes de entender melhor a si mêsmos, suas crenças e suas culturas. Eles também serão capazes de entender melhor outras pessoas e outras culturas. Além disso, acredito, um tal currículo ajudará a 'humanizar' a matemática, ao criar uma ponte sobre o abismo entre ciência e tecnologia e outros aspectos sociais e culturais da sociedade. Mais importante, espero, ajudará na luta contra três dos maiores males de nosso tempo: absolutismo, intolerância e ignorância.

NOTAS

1. Isto não significa que a matemática, em países tecnologicamente avançados, seja necessariamente ensinada de forma muito melhor. Muito livros de matemática, que vi serem usados em classe das séries iniciais nos Estados Unidos, requerem, por exemplo, que a criança 'preencha os brancos' sem que se note nenhum sinal de real aprendizagem.

2. Desde 1976, tenho estado envolvido também com o ensino de matemática para adultos não alfabetizados.

3. Por uma razão ou outra, no novo currículo, o capítulo sobre pensamento dedutivo axiomático foi omitido em muitos países árabes.

4. Como resultado destas e outras experiências, criei um curso que lida com algumas destas deficiências em nossas escolas, em nossa cultura. O curso tem por objetivo relacionar modos de pensamentos

axiomático, dedutivo e indutivo a experiências que o estudante encontra em sua vida diária ou em seus desafios intelectuais. O curso foi ministrado pela primeira vez para estudantes calouros de ciência na Universidade de Birzeit, em 1978. Um livro-texto para o curso (em árabe) foi publicado pela Universidade de Birzeit, em 1971.

5. Gostaria de agradecer aqui a David Henderson da Universidade de Cornell, professor visitante da Universidade de Birzeit durante o segundo semestre de 1980/81, que primeiro apontou para mim que foi Omar Khayyam, e não matemáticos italianos, quem encontrou, pela primeira vez, uma solução geral para a equação cúbica. De fato, Henderson escreveu uma exposição detalhada da geometria de Khayyam para a equação cúbica geral que foi incluída no curso mencionado na nota quatro.

6. Existem, todavia, alguns casos na história (especialmente em relação a algumas convenções) nos quais uma imitação cega provou ser a melhor. Os numerais arábicos constituem um desses casos. Como originários do Leste, eles eram escritos da direita para esquerda (ao descrever o número natural, começamos com as posições da unidade da extrema direita e nos movemos para a esquerda). E este é o modo usado em quase todas as culturas que existem hoje em dia. Isto facilita para diferentes pessoas comunicarem-se 'numericamente'. Você pode imaginar o que teria acontecido se os europeus decidissem expressar números naturais de forma consistente com suas próprias culturas, começando com a posição das unidades da extrema esquerda? De outro lado, a 'reta numérica', originária no Oeste, 'cresce' da esquerda para a direita, e esta é a maneira que prevalece em todas as sociedades, o que torna muito mais fácil para os povos de diferentes culturas comunicarem-se 'graficamente'.

7. Gostaria de mencionar uma razão, que acredito ser importante para que os clubes tenham sucesso nas escolas femininas, mas não nas masculinas. As meninas, em geral, estão fora do núcleo da sociedade (o que é verdadeiro em muitas sociedades); assim, mais do que os rapazes, elas encontram mais significado e relacionamento em modos 'não ortodoxos' da educação, tais como as atividades de clubes.

PROFESSORES QUE EXPLICITAM A UTILIZAÇÃO DE FORMAS DE PENSAMENTO FLEXÍVEL PODEM ESTAR CONTRIBUINDO PARA O SUCESSO EM MATEMÁTICA DE ALGUNS DE SEUS ALUNOS*

MARIA MANUELA MARTINS SOARES DAVID**

MARIA DA PENHA LOPES***

RESUMO: Neste artigo analisamos as características do aluno de sucesso/fracasso em matemática, levando em consideração fatores de ordem psicológica e cognitiva. O aluno de sucesso a longo prazo passou a ser identificado como aquele que apresenta um pensamento flexível, que lhe permite alcançar uma compreensão mais global e significativa dos conceitos. Partindo de observações de sala de aula e das interações entre professor e alunos verificamos que, quando os professores fazem uso de formas de pensamento flexível, mesmo que de forma não deliberada, eles podem estar contribuindo para que alguns alunos busquem um sentido para o uso de fórmulas e conceitos matemáticos, e, em última análise, contribuindo para o sucesso em matemática. Sugere-se que os professores adotem, deliberadamente, uma postura em sala de aula que

*Este artigo é parte de um projeto integrado de pesquisa patrocinado pelo CNPq (processo 521829/96-8) denominado 'Sucesso e Fracasso em Matemática', e recebeu a colaboração de Gizelle da Silva Leite (bolsista de Aperfeiçoamento), e de Alisson Augusto Marques e Denise da Silva Ribas Capuchinho (bolsistas de Iniciação Científica).

**Professora da Faculdade de Educação da UFMG.

***Professora aposentada do Departamento de Matemática da UFMG.