Alguns obstáculos para a aprendizagem e o ensino da Matemática

Pascual Llorente, Universidad de Zaragoza

Os problemas que se levantam ao ensino da Matemática a todos os níveis não são novos. Tal como não é novo o mal estar que eles provocam em professores e alunos. No entanto, este mal estar parece aumentar e agudizar-se ultimamente. Os problemas são muitos, variados e difíceis. Seria sempre arriscado e pretensioso procurar abordá-los na sua totalidade, mas mais ainda num artigo breve e geral como este. Limitar-me-ei aqui a apontar alguns dos «obstáculos» que normalmente surgem na aprendizagem e no ensino da Matemática. Talvez estes apontamentos, apesar de apenas esboçados, possam servir de estímulo e de orientação vaga para que se empreendam estudos mais sérios e profundos numa problemática tão premente e cuja superação requer o esforço e a colaboração de todos.

Obstáculos epistemológicos

A noção de *obstáculo epistemológico* deve-se a Gaston Bachelard. Nada melhor do que apresentá-la com algumas das suas próprias palavras:

> Quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, chega-se rapidamente à convicção de que *há que pôr o problema do conhecimento científico em termos de obstáculos.* (...) De facto, conhece-se *contra* um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal feitos, ultrapassando o que, no próprio espírito, constitui um obstáculo à espiritualização. (...) Para um espírito científico, todo o conhecimento é uma resposta a uma questão. Se não houver questão não pode haver conhecimento científico. Nada é dado. Tudo se constrói. Um conhecimento adquirido por um esforço científico pode também declinar. A questão abstracta e livre acaba por consumir-se, a resposta concreta permanece. Por conseguinte, a actividade espiritual inverte-se e fica bloqueada. Um obstáculo epistemológico incrusta-se no conhecimento inquestionado. Hábitos intelectuais que foram úteis e salutares podem, a longo prazo, estorvar a pesquisa.
>
> *(Bachelard, 1938, p. 14-16 ou Bachelard, 1971, p. 187-189)*

Por razões de brevidade resisto à tentação de comentar e analisar as ideias contidas nas citações anteriores. Obviamente, Bachelard refere-se à prática científica (no nosso caso, a produção dos conhecimentos matemáticos) e creio que cada leitor pode fazer as suas próprias reflexões e tirar as suas conclusões. Para muitos, pode parecer estranha a visão de uma Matemática desenvolvida à base de *rupturas,* de superação de *obstáculos epistemológicos* que não vêem em lado nenhum. Para alguns, pode parecer pouco evidente que cada construção matemática (cada definição, cada conceito, cada teorema, cada teoria que tiveram que estudar) seja efectivamente a resposta a uma pergunta, a solução de um problema. Nesse caso, restam duas alternativas: ou a visão de Bachelard é um equívoco, ou o tipo de ensino que recebemos escondeu-nos sistematicamente estes factos, dando-nos uma imagem de desenvolvimento linear, contínuo e progressivo, e impondo-nos um corpo de conhecimentos abstractos sem motivação suficiente.

Obstáculos pedagógicos

A noção de *obstáculo epistemológico* tem, evidentemente, repercussões directas e importantes no ensino. O mesmo Bachelard observa:

> A noção de *obstáculo epistemológico* pode ser estudada no desenvolvimento histórico do pensamento científico e na prática da educação. (...) Na educação, a noção de obstáculo epistemológico também é desprezada. Muitas vezes me surpreendo com o facto de os professores de ciências, mais ainda que os outros, se possível, não compreenderem que não se compreende. São poucos os que se interessam com alguma profundidade pela psicologia do erro, da ignorância, da irreflexão. (...) Os professores de ciências imaginam que o espírito começa como uma lição, que é sempre possível refazer uma cultura descurada repetindo uma aula, que é sempre possível fazer compreender uma demonstração repetindo-a ponto por ponto.
>
> *(Bachelard, 1938, p. 16-19 ou Bachelard, 1971, p. 189-191)*

Estas ideias, escritas por Bachelard em 1938, têm sido retomadas nos últimos anos por alguns investigadores da didáctica da Matemática. No Simpósio Internacional sobre a Renovação do Ensino da Matemática, realizado em Sevilha (Espanha) em Junho de 1986, a Professora Annie Marie Berté insistiu no facto de que a mente da criança *não é* um papel em branco, mas que está impregnada de saberes anteriores que, frequentemente, se apresentam como *obstáculos* à aprendizagem. Deu exemplos de alguns *erros* frequentes:

$$0.3 \times 0.3 = 0.9$$
$$\cos 3x = 3 \cos x$$
$$(a + b)^2 = a^2 + b^2$$

devido à aplicação de determinados *modelos implícitos* que actuam como obstáculos: no primeiro caso, a consideração de um número decimal como um *par de números inteiros,* nos dois últimos o modelo da *linearidade.*

Outro exemplo interessante, que me foi indicado pela Professora Emma Castelnuovo, refere-se à dificuldade em compreender a divisão por um número racional menor que a unidade. As crianças têm a ideia de que dividir significa *repartir* ou *partir* e a experiência de que o quociente é sempre *menor* que o dividendo. Como compreender agora que o resultado seja *maior*? O *obstáculo* é real e, pessoalmente, creio que pode ser superado mostrando (desde o princípio) que, tal como o consideravam os antigos gregos (rever os *Elementos* de Euclides), dividir também significa *medir* o dividendo tomando como unidade de medida o divisor.

Georges Glaeser (1985) não só insiste na existência desta série de *obstáculos pedagógicos* que dificultam a aprendizagem da Matemática, como propõe como *objectivo fundamental* da investigação didáctica a revelação destes obstáculos que, em geral, não são conhecidos pelos professores.

Em resumo, o professor deve predispor-se a aceitar os erros como parte integrante do processo de aprendizagem e, em vez de se escandalizar com eles e de os corrigir impondo a autoridade do seu saber, procurar descobrir o *obstáculo pedagógico* que os origina para poder ajudar os seus alunos a superá-lo. Sem dúvida, isto não é tarefa fácil mas transforma a actividade do professor na aula em algo muito mais criativo, numa autêntica investigação didáctica permanente.

Obstáculos ideológicos

Quando se coloca a questão de ensinar Matemática surgem, naturalmente, as perguntas: *Que ensinar? Como ensiná-lo?* Estas parecem ser questões *técnicas*, referentes aos *conteúdos* do ensino e à sua *metodologia*. No entanto, qualquer resposta que se dê a estas perguntas implica ter-se respondido já, de maneira explícita ou implícita, a esta outra pergunta: *Que é a Matemática?* Efectivamente, todo o ensino da Matemática se apoia numa determinada *concepção* da Matemática, numa determinada *ideologia* do que esta é, do que significa, de como se articula com as outras ciências, do lugar que ocupa na cultura, etc..

A «moda» da chamada *Matemática Moderna* surgiu nos países «avançados» há já umas três décadas. Noutros países (habituais importadores da panóplia tecnológica e cultural) a «moda» chegou com atraso, e impôs-se como panaceia numa época em que era já fortemente contestada e muitos denunciavam o seu rotundo fracasso. Não julgo necessário insistir aqui num tema tão largamente debatido; o leitor interessado pode recorrer por exemplo aos textos incluídos em Piaget et al (1978) ou no conhecido livro de Morris Kline (1973). Também não me deterei na consideração da *ideologia* que a suporta, que é, pouco mais ou menos, o que Frederic Pham (1986) denomina «o mito formalista». Esta *visão* particular da Matemática, que actualmente impregna, com todas as suas consequências, a aprendizagem e o ensino da Matemática em todos os níveis, constitui um verdadeiro *obstáculo ideológico.*

É verdade que se respiram ares renovadores (sentidos por muitos como uma necessidade imperiosa e inadiável) e que tem surgido uma certa variedade de propostas alternativas, mas é claro que cada uma delas se apoia numa determinada resposta (geralmente não explícita) à pergunta: *O que é a Matemática?* Alan Rogerson (1985) assinala que estas respostas são, na sua maioria, *definições intensivas* da Matemática (do tipo «a Matemática é...») e que a isso se deve o pouco êxito que têm tido as novas propostas didácticas e pedagógicas. Rogerson, como participante no *The Mathematics in Society Project,* propõe-se desenvolver uma *definição extensiva* da Matemática, investigando a utilização da Matemática na sociedade. Numa linha semelhante trabalha, desde há muito, o grupo de Génova que se propõe determinar um marco de referência cultural no qual inserir os conteúdos dos programas.

Obstáculos didácticos

A formação dos futuros professores de Matemática é organizada, com frequência, juntamente com a dos futuros matemáticos profissionais, e a tónica dessa formação recai nas supostas necessidades destes últimos. Em todo o caso, a preparação dos professores costuma centrar-se mais na aprendizagem de temas de Matemática do que na aprendizagem teórica e prática de recursos didácticos, e isto independentemente dos planos de estudos contemplarem uma ou mais cadeiras de Didáctica (que, lamentavelmente, costumam ser de muito pouco valor e utilidade). Pessoalmente penso que em grande medida se aprende a ensinar por *imitação:* que, pelo menos nas primeiras etapas da vida profissional, ensinamos de modo semelhante ao dos que nos ensinaram a nós. Esta «didáctica implícita», normalmente monocórdica e reprodutora da ideologia dominante, origina uma série de *obstáculos didácticos* difíceis de superar.

Obstáculos externos

Glaeser (1985) refere-se a certos *obstáculos paramatemáticos,* entre os quais menciona a linguagem técnica da Matemática e o carácter vago em que se mantêm alguns termos como «demonstração», «rigor» ou «raciocínio correcto». Nesta secção final gostaria de chamar a atenção para a existência de outros *obstáculos externos* que todos conhecemos, que muitos sofremos, que em boa medida convertem em utopias ou tornam irrealizáveis a maioria das propostas renovadoras, e que, no entanto, muitas vezes se calam e se aceitam resignadamente. Seria inútil tentar enunciá-los de maneira exaustiva, contentar-me-ei em assinalar três desses obstáculos.

Em primeiro lugar, a *massificação* do ensino. É geralmente aceite (se fôssemos um pouco mais cientifistas diríamos: «está demonstrado») que o ensino a grupos de

(continua na pág. 18)

(continuação da pág. 10)

mais de vinte cinco alunos é impraticável e que a relação humana directa entre o professor e cada um dos seus discípulos é pouco menos que impossível. É curioso observar como os governos que enfeitam os seus discursos programáticos com a promessa de «melhorar a qualidade do ensino» mantêm como «naturais» ou «inevitáveis» situações que distam escandalosamente daquela proporção extrema.

Em segundo lugar, a *arquitectura* dos espaços destinados ao ensino, e muito particularmente a arquitectura das salas de aula. Estas estão desenhadas para um ensino de tipo magistral e poucas vezes podem ser readaptadas para o trabalho em grupo e para o desenvolvimento de um ensino de tipo activo e participante.

Por último, a *uniformidade e centralização* do ensino, que se manifesta habitualmente em programas rígidos, cheios de conteúdos, que impõe aos professores uma permanente corrida contra-relógio e lhes deixa uma margem muito reduzida para a experimentação e a criatividade.

Referências

Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique.* Ed. Vrin.

Bachelard, G. (1971). *Epistémologie.* Paris: Presses Universitaires de France.

Glaeser, G. (1985). La didattica sperimentale delle matematiche. *L'Educazione Matematica, VI,* 147-161.

Kline, M. (1973). *Why Johnny can't add: the failure of the New Math.* New York: St. Matin's Press.

Pham, F. (1986). Le mythe formaliste et l'enseignement des mathématiques. *Gazette des Mathematiciens, 31,* 53-77.

Piaget, J., Choquet, G., Dieudonné J., Thom, R. e outros (1978). *La ensenanza de las matematicas modernas.* Madrid: Alianza Ed.

Rogerson, A. (1985). The Mathematics in Society Project: una nuova concezione della matematica. *L'Educazione Matematica, VI,* 49-59.

(*) Pascual Llorente é doutorado em Matemática e Professor da Universidade de Saragoça (Espanha). Anteriormente, foi Professor em diversas Universidades da Argentina, Peru, Venezuela e Espanha. A sua especialidade é a Teoria de Números, tema em que investiga utilizando os computadores. Interessa-se também por problemas da História da Matemática e do Ensino da Matemática.