

PARÁBOLAS E PARABÓLICAS . Nuno Crato

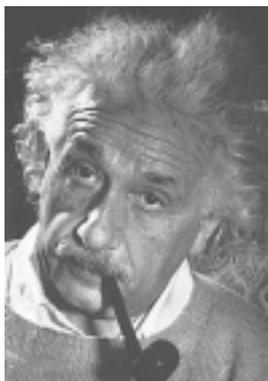
Os matemáticos no Ano Internacional da Física

Na parede de uma sala de aula do meu liceu havia um frase de Einstein emoldurada. «**Como é possível**», perguntava o físico, «**que a Matemática, que é afinal um produto puro do pensamento humano, independente da experiência, esteja tão maravilhosamente adaptada aos objectos da realidade?**» É curioso como ainda hoje me lembro desta frase. Durante anos, nas aulas, olhava para ela e não percebia a estranheza de Albert Einstein. Para os meus 13 ou 14 anos a pergunta não fazia sentido. Era como se nos admirássemos por um martelo ser útil para martelar um prego. Qual era a dúvida?

Anos mais tarde, encontrei uma surpresa semelhante por parte de outro grande físico, Richard Feynman. Não consigo agora reencontrar a passagem. Mas vou reproduzir um exemplo semelhante ao que me ficou da sua leitura.

Imaginemos um número muito grande, suponhamos 32425738293346. Imaginemos que o multiplicamos por si próprio e depois por quatro. Finalmente, tiramos a raiz quadrada (positiva) ao resultado. Pois eu estou disposto a apostar o que quiserem em como o número obtido é igual a duas vezes o número original. Mas eu nunca multipliquei aquele número por quatro nem nunca tirei a raiz quadrada ao resultado. No entanto, estou mais certo do que acabei de dizer do que da veracidade de qualquer lei física. Porquê?

Anos mais tarde, muitos anos depois dos meus tempos de liceu, descobri a origem da misteriosa frase de Einstein. Encontrei-a numa colectânea de seus escritos. Constitui quase todo o segundo parágrafo de uma alocução do físico à Academia de Ciências Prussiana, feita em 27 de Janeiro de 1921. O texto continua com a seguinte pergunta: «**Será pois possível que a razão humana, sem a experiência, pela pura força do raciocínio,**



Einstein

consiga descortinar as propriedades das coisas reais?»

Li e reli depois todo o texto de Einstein. Dei-me gostosamente ao trabalho de o digitalizar e reproduzir numa secção de matemática e filosofia que tenho na minha página na Internet (www.iseg.utl.pt/~ncrato). Convido o leitor a ir aí ler todo o texto.

Logo no terceiro parágrafo, Einstein explica brevemente a sua resposta à questão: «na medida em que as proposições matemáticas se referem à realidade, não constituem certezas; na medida em que as constituem, não se referem à realidade.» Tudo isto é motivo de polémica. É filosofia do conhecimento, por natureza um campo muito controverso. Mas vou fazer a minha leitura do texto de Einstein.

A matemática não é uma ciência no sentido que habitualmente se dá a esta palavra. É uma disciplina que se inspira em problemas reais, particularmente no mundo físico, e que procura construir modelos abstractos para esse mundo exterior. Mas quando constrói esses modelos, eles ganham rigor lógico e deixam de estar directamente relacionados com a realidade externa. Autonomizam-se progressivamente. Quando a matemática chega à maturidade, torna-se axiomática.

As propriedades da geometria euclidiana, por exemplo, passam a ser verdadeiras apenas com referência à sua

axiomática e não ao mundo físico. Nesse sentido, a geometria euclidiana é uma construção perfeita, independentemente da sua aplicabilidade. Ora o espaço físico, tanto quanto hoje se sabe, não é euclidiano, mas sim curvo. Isso não quer, contudo, dizer que Euclides deva deixar de ser explicado nas escolas, nem que as suas conclusões estejam erradas.

Repare-se na diferença abismal em relação

às ciências, no sentido do termo que estou aqui a empregar. Nestas, todas as conclusões são refutáveis e provisórias – falsificáveis, como se tornou hábito dizer depois de Popper. Em matemática, as conclusões são também discutíveis, mas nós acreditamos que sejam imutáveis sempre que estejam rigorosamente formuladas e sejam logicamente coerentes.

Na origem desta diferença está o próprio objecto de estudo das disciplinas. Nas diversas ciências, o objecto é empírico – são protozoários ou pulsares, cérebros humanos ou taxas de câmbio. Em matemática, o objecto é ideal – são números, rectas, pontos ou funções, ou seja, abstracções que não existem na realidade mas que nós construímos e com as quais lemos o mundo. Por isso, a existência de um objecto matemático é apenas aferida pela sua coerência.

Diz-se que um objecto geométrico existe, por exemplo, se a sua formulação é coerente e não contradiz nenhum dos pressupostos da nossa geometria. É nesse sentido que existe um triângulo e não porque alguma vez alguém tenha encontrado um, com segmentos de recta perfeitos e pontos exactos por vértices. É nesse sentido também que, se quisermos inventar um «tetra-tri-ângulo» – chamemos assim a um hipotético polígono com quatro vértices e três arestas –, chegamos à conclusão que esse objecto não existe. O triângulo existe porque não contradiz os axiomas da geometria e porque pode ser mentalmente construído respeitando esses axiomas. O «tetra-tri-ângulo» não existe porque leva a contradições lógicas.

De novo encontramos uma diferença abismal entre as ciências e a matemática. Nunca se discute a existência ou inexistência de um marsupial ou um buraco negro a partir simplesmente da lógica. A prova é feita pela observação e pela experiência.

Voltemos a Einstein e ao terceiro parágrafo do seu texto. «Parece-me que a clareza

completa sobre este estado de coisas», diz o físico, «se conquistou apenas através da tendência matemática a que chamamos 'axiomática'. O progresso conseguido pela axiomática consiste em separar claramente o que é lógico-formal do seu conteúdo objectivo ou intuitivo; de acordo com a axiomatização, apenas o lógico-formal faz parte da matemática, que não se preocupa com o intuitivo ou com outro conteúdo associado».

Tudo isto mostra a diferença que existe entre a matemática e as ciências. Mas de nada disto se pode concluir que seja um crime chamar ciência à matemática. Não vale a pena entrar em preciosismos terminológicos inúteis. O importante é saber bem do que se está a falar.

Einstein conseguiu uma revolução na física com apoio na matemática. Imagina-se pois que nunca esteve nos seus propósitos denegrir a nossa disciplina. Ele usava-a como meio de formular precisamente os problemas e leis físicas e sabia que uma formulação matematizada, além de precisa, tem a vantagem de trazer imediatamente consigo um universo de implicações lógicas e conclusões testáveis. A matemática ajuda pois a construção da ciência. E torna-se indispensável.

Comecei com uma citação de Einstein. Vou acabar com uma de Feynman que salienta precisamente esse carácter indispensável da matemática. Dizia o grande físico norte-americano em *O Que É Uma Lei Física* (Gradiva, 1989): «Os físicos não podem converter-se a uma linguagem diferente [da matemática]. Se se quer aprender algo sobre

a natureza, apreciar a natureza, é necessário compreender a linguagem que ela fala. Ela oferece-nos a informação apenas de uma forma: não somos presunçosos ao ponto de lhe pedir que mude».

Inauguramos agora 2005 como Ano Mundial da Física. Os matemáticos e os físicos vão ter muitas oportunidades para conversar.



Richard Feynman