

---

## “VIVEMOS UMA ÉPOCA DIFÍCIL NAS ESCOLAS”

CARLOS FIOLEAIS\*

O que é a matemática do ponto de vista de um físico? Com certeza que, do ponto de vista de um engenheiro e de um ponto de vista de um economista, a matemática é um meio que proporciona riqueza. Mas, do ponto de vista de um físico, que também será o de um matemático, trata-se de uma riqueza em si. Precisamos de matemática? Precisamos absoluta e desesperadamente de matemática. E precisamos dela qualquer que seja o sítio e qualquer que seja o tempo. A matemática é uma das maiores criações humanas, uma das maiores criações intelectuais da humanidade. Precisamos tanto da matemática como precisamos da música, da filosofia ou de qualquer outra das grandes criações humanas.

Do ponto de vista de um físico, a matemática é totalmente inevitável. Não existe física sem matemática: há uma comunhão íntima de dependência. Vivem as duas juntas desde que a física existe. O pai fundador da física, que é Galileu, disse: o livro da Natureza está escrito em caracteres matemáticos e só o consegue ler quem conhecer essa linguagem. Ele foi o primeiro a fazer experiências tão simples como a de deixar cair um objecto e reconhecer nesse fenómeno os “caracteres da matemática”, a começar pela linha recta – as coisas, que são simplesmente largadas, caem ao longo de uma linha recta. Logo aqui, está um padrão geométrico, uma regularidade que tem tanto de simples como de belo. Além da geometria, na descrição da queda dos corpos entra também a álgebra, que já existia antes de Galileu e que ele usou para expressar que “a distância percorrida é proporcional ao quadrado do tempo”. Como um objecto caía muito depressa, ele inventou o plano inclinado, de modo que caísse devagar. Tratou-se da invenção de uma máquina simples para efectuar uma experiência científica em condições controladas. Não dispunha de relógio para medir o tempo. A tecnologia do relógio só veio depois. Teve de usar o seu próprio pulso. Galileu faz nascer a física numa união íntima com a matemática. Não há física sem matemática. As pessoas podem dizer que não gostam de matemática (o que me custa um pouco a perceber: em geral não a conhecem e, se a conhecessem, poderia ser que passassem a gostar!), mas nesse caso não poderão ser físicos, ou sequer aprofundar a física, porque a matemática é a maneira de expressar verdades sobre o mundo físico da maneira mais simples e elegante.

---

\* Professor do Departamento de Física e Director da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra.

A seguir a Galileu veio Newton. Conta a lenda que estava debaixo da macieira (não estava lá ninguém para verificar, a história pode ter sido inventada por ele), e apercebe-se, num momento mágico de intuição, que a maçã e a Lua obedeciam à mesma lei física. Esse momento de descoberta é o que os construtivistas gostariam de ver nas crianças, mas afinal não se vê: esses momentos mágicos de intuição são muito raros. Newton vê a maçã e a Lua e conclui: há uma unidade profunda entre eles, aquilo que faz cair a maçã, a força da gravidade, é a mesma força que faz andar a Lua. Isto não é, convenhamos, de modo nenhum intuitivo, mas, no entanto, ele teve esta intuição. Depois, a partir das observações de Kepler, vai deduzir, para a força da gravidade, a expressão matemática do inverso do quadrado. É este conhecimento pormenorizado da força que nos permite hoje, por exemplo, enviar e controlar satélites e obter informação sobre o que se passa no outro lado da Terra. O conhecimento matemático do mundo é um conhecimento operativo, quer dizer, nós vivemos melhor no mundo, somos mais ricos neste mundo, porque dispomos de conhecimento sobre ele. Sem esse conhecimento, como seria a nossa vida? Sem Galileu e Newton, como seria hoje a nossa vida? Repare-se que Galileu e Newton partiram de factos concretos, usaram a matemática, e, a partir das suas formulações, chegámos a aplicações concretas. Foi aqui dito que a matemática parte do concreto e procede de uma maneira sistemática. Foi também assim que fizeram os grandes físicos.

Depois, veio ainda um outro grande físico, Einstein, o físico que subiu aos ombros de Newton, que por sua vez tinha subido para os ombros do Galileu. Einstein também partiu do concreto para o abstracto. Em primeiro lugar, porque é que ele se interessou pela ciência? Quando tinha cinco anos o pai ofereceu-lhe uma bússola e a criança ficou a pensar no mistério da bússola. Mais tarde, aos doze anos, deram-lhe o livro *Os Elementos* de Euclides. Portanto, o concreto, nele como em qualquer criança, veio primeiro que o abstracto. Einstein faltou a umas aulas de Matemática no seu curso da Escola Politécnica de Zurique. No entanto, a matemática de que ele precisava para a sua teoria da relatividade já estava toda feita. Tanto para a relatividade restrita como para a relatividade geral, em que é mais complicada, a matemática já estava disponível, ao contrário do que aconteceu com Newton, que teve de desenvolver a matemática apropriada para descrever o movimento. Einstein, não tendo frequentado a todas as aulas, teve de se socorrer de uns apontamentos de um colega, mas o professor dele, Minkowski, que sabia mais matemática do que Einstein, mais tarde formulou a teoria da relatividade restrita de um modo mais simples e elegante do que o seu antigo discípulo.

Em 2005, a teoria da relatividade restrita de Einstein fez 100 anos. E, em 2008, fez 100 anos que o professor do Einstein põe a teoria do Einstein de

uma maneira matematicamente muito atraente, designadamente, que o tempo, a quarta dimensão, pode ser concebido como uma grandeza que os matemáticos designam de “imaginário”. E, se considerarmos um tempo imaginário, a geometria da relatividade restrita é a geometria euclidiana para o conjunto a quatro dimensões do espaço e do tempo. Portanto, Einstein resistiu um pouco, não percebeu muito bem Minskowski de início, mas, depois, concordou que essa era, de facto, uma maneira bonita de expressar as ideias da relatividade. Lá veio, mais uma vez, a matemática em auxílio do físico. Para a relatividade geral, Einstein também conseguiu chegar a uma equação muito bonita. De um lado da equação, colocou a geometria do mundo a quatro dimensões, do espaço de tempo. E, do outro lado, colocou a matéria e a energia. Portanto, a matéria e a energia determinam a geometria do mundo e esta geometria deixa de ser euclidiana, é uma geometria que já existia antes, que os matemáticos já tinham desenvolvido. Einstein veio mostrar, mais uma vez, o grande poder da abstracção matemática para descrever situações concretas.

Pensavam os matemáticos do século XIX que tinham criado novas geometrias, as geometrias não-euclidianas, que não tinham aplicação visível. Um dos maiores matemáticos desse século, Gauss, preocupou-se com esses problemas. O que fez ele para testar a geometria não-euclidiana? – fez experiências concretas. Ele sabia que a soma dos ângulos de um triângulo era  $180^\circ$ , de acordo com a geometria de Euclides. E perguntou? Será que o nosso mundo está mesmo de acordo com a geometria de Euclides? Pôs uma lanterna aqui, outra ali a grande distância e outra ainda acolá, também a grande distância, e tentou medir os ângulos desse triângulo à superfície da Terra. Não encontrou grandes desvios, devido ao grande tamanho do nosso planeta. Einstein colocou, de um lado, a geometria não-euclidiana e, do outro lado, o conteúdo de matéria e energia. A sua equação, conforme se veio a mostrar, somaria o nosso conhecimento do macrocosmos. Descreve o Big Bang, os buracos negros, etc. Mais tarde, o sábio procurou debalde, sempre com base na matemática, uma teoria unificada que conseguisse descrever, ao mesmo tempo, a força da gravidade e a força electromagnética. Einstein é hoje visto, e justamente, como o protótipo do pensamento puro, do pensamento matemático que consegue apreender o cosmos, mas não nos esqueçamos que ele começou com a bússola que o pai lhe deu, que ele começou em criança com a manipulação de um objecto concreto.

Por último, a questão que foi posta aqui: precisamos em Portugal da matemática? O facto de se colocar a pergunta dá logo a informação sobre o estado do país. Um país que está bem não coloca essa pergunta. Será que nós somos concretos? Será que nós somos sistemáticos? Se a matemática parte do concreto e é uma procura sistemática de conhecimento, será que nós usamos

metodologias desse tipo na nossa vida? E a resposta é que, na minha opinião, infelizmente não, não o fazemos na medida suficiente. Bastará dar um exemplo. A noção portuguesa de tempo é a noção menos concreta possível. Quando uma pessoa diz, “amanhã encontramos-nos”, este amanhã não quer dizer rigorosamente nada. Com um americano, se eu disser “amanhã encontramos-nos”, temos de acrescentar o local e a hora, o espaço e o tempo. É um evento num dado ponto do espaço e num dado instante de tempo. Aqui não, amanhã encontrar-nos-emos... Há uma esperança vaga de eu amanhã me cruzar com uma dada pessoa. Por sua vez, a procura sistemática devia ser também uma constante nas nossas vidas e não é. Será que nós planeamos as coisas? Acho que somos mais conhecidos pelo improvisado, um improvisado que, em geral, tem más consequências. Se há uma festa que temos de organizar, nós dizemos, “logo se vê”, uma expressão muito portuguesa. E vamos dizendo isto até à véspera... Depois, na véspera, começa a chover e dizemos: “ainda bem que não preparámos nada, está a chover”. Noutro país mais desenvolvido, como por exemplo na Alemanha, ter-se-ia o plano A e o plano B. O plano A com chuva e o plano B sem chuva, contemplando todas as hipóteses. Esta é a maneira racional de operar o mundo.

A matemática não são apenas as linhas geométricas, não são apenas os números, é o raciocínio rigoroso, é um método de pensar com o qual se pode encarar o mundo. Deixem-me dar um exemplo concreto. Ontem planeei aqui estar às dez horas e pensei assim: para estar às dez horas em Lisboa, tenho de partir às oito horas em Coimbra, duas horas chega para a viagem não ultrapassando, no meu carro, os limites de velocidade. O raciocínio está bem feito, planeamento, espaço, tempo, fiz as contas pensando numa velocidade média. Mas cheguei tarde. Porquê? Porque houve um grande desastre às portas de Lisboa. As coisas decorreram de uma maneira não planeada, mas que eu devia ter planeado. Eu devia ter previsto que, em Portugal, as coisas decorrem de maneira imprevisível. Infelizmente, os acidentes acontecem aqui mais do que noutros países, porque as pessoas vão alegremente a 180 km/h. Os automobilistas portugueses tentam subir para cima das árvores e alguns conseguem mesmo. Portanto, nós temos, a vários níveis da nossa vida corrente, raciocínios mal feitos, raciocínios que o não são de facto, porque o raciocínio que não é claro nem rigoroso não merece ser chamado raciocínio.

Termino dizendo que vivemos, de facto, numa altura difícil nas escolas, numa altura em que se pensa que um professor pode ser substituído por um computador *Magalhães*. Mas este debate aqui deu-nos algum conforto, com base nas experiências dos outros, de países em que não se põe a pergunta sobre a necessidade da matemática. Havemos de ser como eles. Para isso, temos de interiorizar o valor do raciocínio. Essa é a grande riqueza da matemática: pensar bem. A matemática é uma constante lição para a vida de todos nós.