

1 Porquê Fazer Matemática?

Querida Meg,

Como provavelmente já estarias à espera, fiquei muito contente por saber que estás a pensar estudar Matemática, quanto mais não seja porque isso significa que todas aquelas semanas que passaste a ler e reler *A Wrinkle in Time* há uns quantos verões não foram desperdiçadas, nem todas as horas que eu passei a explicar-te tesseractos e dimensões superiores. Em vez de tratar das tuas perguntas na ordem em que as fizeste deixa-me atacar primeiro a mais prática delas todas: há mais alguém além de mim a ganhar a vida a fazer matemática?

A resposta é diferente daquilo que a maioria das pessoas pensa. Há poucos anos a minha antiga universidade fez uma sondagem sobre os seus antigos alunos, e descobriram que, de todos os graus académicos, aquele que levou ao maior rendimento médio foi... A matemática. Claro, isso foi antes de eles terem aberto a nova faculdade de medicina, mas dá cabo de um mito: que a matemática não pode levar a um emprego que pague bem.

A verdade é que nós encontramos matemáticos por toda a parte, todos os dias, mas quase não nos damos conta disso. Antigos estudantes meus já geriram cervejarias, começaram as suas próprias companhias de electrónica, desenharam automóveis, escreveram *software* para computadores, e negociaram em futuros no mercado da bolsa. Pura e simplesmente não nos ocorre que o nosso gestor bancário possa ter um curso de Matemática, ou que as pessoas que inventam ou fabricam DVD e aparelhos de MP3 têm um número enorme de empregados matemáticos, ou que a tecnologia que transmite aquelas imagens deslumbrantes das luas de Júpiter depende imenso da matemática. Sabemos que o nosso médico tirou um curso em Medicina, e que o nosso advogado tirou um curso em Direito, porque essas são profissões específicas e bem definidas que requerem treino igualmente específico. Mas não encontras placas em edifícios

a anunciarem que lá dentro há licenciados em Matemática que, por uma soma considerável, irão resolver quaisquer problemas de matemática para os quais precisas de ajuda.

A nossa sociedade consome imensa matemática, mas tudo isso ocorre por trás das cenas. A razão é óbvia: é aí que a matemática deve estar. Quando guias um carro, não te queres preocupar com todas as coisas mecânicas complicadas que o fazem funcionar; queres entrar lá dentro e conduzi-lo. Claro, vais-te tornar uma melhor condutora se souberes o básico da mecânica automóvel, mas mesmo isso não é essencial. Passa-se o mesmo com a matemática. Queres que o sistema de navegação do teu carro te dê indicações *sem* teres de fazer todos os cálculos matemáticos. Queres que o teu telefone funcione sem teres de compreender processamento de sinais e programas de correcção de erros.

Alguns de nós, no entanto, precisam de saber como fazer matemática, ou nenhuma destas maravilhas funcionaria. Seria óptimo se o resto das pessoas tivesse consciência do quão fortemente dependemos da matemática nas nossas vidas diárias; o problema em relegar a matemática tão lá para longe, atrás do palco, é que muitas pessoas não fazem nenhuma ideia de que ela lá está.

Algumas vezes penso que a melhor maneira de mudar a opinião do público acerca da matemática seria espetar uma etiqueta vermelha em tudo aquilo que usa matemática. «Contém Matemática.» Haveria uma etiqueta em todos os computadores, é claro, e suponho que se levássemos a ideia a sério, deveríamos também colocar uma em cada professor de Matemática. Mas deveríamos também pôr uma etiqueta vermelha de matemática em todos os bilhetes de avião, em cada telefone, em cada carro, cada avião, cada semáforo de trânsito, cada vegetal...

Vegetal?

Sim. Os dias em que os agricultores simplesmente plantavam o que os seus pais tinham plantado, e os pais deles antes deles, desapareceram há muito tempo. Praticamente todas as plantas que podes comprar são o resultado de um programa de criação comercial longo e complicado. Toda a temática do «*design* experimental», no sentido matemático, foi inventada no início do século XX para fornecer uma forma experimental de avaliar novas espécies de plantas, já para não falar de novos métodos de modificação genética.

Espera. Isto não é biologia?

Biologia, claro. Mas também matemática. A genética foi uma das primeiras partes da biologia a tornar-se matemática. O Projecto do Genoma Humano foi bem-sucedido devido a uma data de trabalho inteligente fei-

to por biólogos, mas um aspecto fundamental de todo o projecto foi o desenvolvimento de poderosos métodos matemáticos para analisar os resultados experimentais e reconstruir sequências genéticas com precisão a partir de dados muito fragmentados.

Por isso os vegetais levam uma etiqueta vermelha. Praticamente tudo aquilo que existe leva uma etiqueta vermelha.

Vais ao cinema? Gostas dos efeitos especiais? *A Guerra das Estrelas*, *O Senhor dos Anéis*? Matemática. A primeira longa-metragem de animação por computador, *Toy Story*, levou à publicação de cerca de 20 artigos de investigação a propósito da matemática envolvida. «Imagens por Computador» não são só computadores a fazerem imagens; são também os métodos matemáticos que fazem com que essas imagens pareçam realistas. Para fazer isso, precisas de geometria tridimensional, a matemática da luz, «saber o que está no meio» para interpolar sem interrupções uma série de imagens entre um começo e um fim, e muito mais. «Interpolação» é uma ideia matemática. Os computadores são engenharia inteligente, mas não fazem nada de útil sem uma data de matemática inteligente. Etiqueta vermelha.

E depois, claro, há a Internet. Se há algo que utiliza a matemática, é a Internet. O principal motor de pesquisa do momento, Google, foi baseado num método matemático que permite determinar que páginas *web* contêm, com maior probabilidade, a informação requerida por um utilizador. Baseia-se em álgebra de matrizes, teoria das probabilidades e a combinatória de redes.

Mas a matemática da Internet é muito mais fundamental do que isso. A rede de telefones depende da matemática. Já não é como nos dias antigos quando operadoras telefónicas ligavam chamadas, literalmente, enfiando cabos telefónicos à mão. Hoje em dia esses cabos têm de transmitir milhões de mensagens em simultâneo. Há tantos de nós, a quererem falar com os nossos amigos ou a enviar faxes ou a aceder à Internet, que temos de partilhar as linhas telefónicas e os cabos suboceânicos e as conexões de satélite, ou a rede não seria capaz de lidar com todo esse tráfego. Por isso cada conversa é dividida em milhares de milhares de pequenos pedaços, e de facto só um pedaço em cada cem é que é transmitido. Do outro lado, os noventa e nove pedaços que faltam são restaurados preenchendo as lacunas tão suavemente quanto possível (isto funciona porque as amostras, embora curtas, são muito frequentes, de forma que os sons que emites quando falas mudam muito mais devagar do que o intervalo entre amostras). Ah, e o sinal inteiro é codificado para que quaisquer erros de transmissão possam não só ser detectados mas também corrigidos na recepção.

Os sistemas de comunicação modernos não funcionariam sem uma enorme quantidade de matemática. Teoria da programação, análise de Fourier, processamento de sinais...

Ou seja, vais à Internet para comprar um bilhete de avião, reservas o teu voo e apareces no aeroporto, entras no avião, e lá vais tu. O avião voa porque os engenheiros que o construíram usaram a matemática do fluxo de fluidos e aerodinâmica, para terem a certeza que ele se manteria no ar. A navegação usa um sistema de posicionamento global (o GPS), um sistema de satélites cujos sinais, analisados matematicamente, podem dizer-te onde estás com uma precisão de poucos metros. Os voos têm de ser ordenados para que cada avião esteja no sítio correcto quando for de novo preciso, em vez de estar algures do outro lado do globo, e isso, mais uma vez, requer outras áreas da matemática.

E assim, Meg, minha querida, isto prossegue. Perguntaste-me se os matemáticos estão todos fechados em universidades, ou se alguns deles fazem trabalho relacionado com a vida real. A tua vida inteira é como um pequeno barco a flutuar como num vasto oceano de matemática.

Mas quase ninguém nota. Esconder a matemática faz-nos ficar todos mais confortáveis, mas desvaloriza a matemática. É uma pena. Isso faz com que as pessoas pensem que a matemática não é útil, que não importa, que é só jogos intelectuais sem nenhuma importância real. E é por isso que eu gostaria de ver aquelas etiquetas vermelhas. De facto, a melhor razão para não as usarmos é que a maioria do planeta estaria coberto por elas.

A tua terceira pergunta era a mais importante e a mais triste. Perguntaste-me se terias de abandonar o teu sentido de beleza para estudar matemática, se para ti tudo se tornaria só números e equações, leis e fórmulas. Fica tranquila, Meg, não te censuro por me perguntares isto, porque infelizmente é uma ideia muito comum, mas não poderias estar mais errada. É exactamente o oposto da verdade.

O que a matemática faz por mim é o seguinte: dá-me uma percepção completamente nova do mundo em que habito. Abre os meus olhos às leis e padrões da natureza. Oferece-me uma experiência de beleza completamente nova.

Quando eu vejo um arco-íris, por exemplo, não vejo só um arco brilhante e multicolorido ao longo do céu. Não vejo só o efeito das gotas de chuva na luz do Sol, separando a luz branca do Sol nas suas cores constituintes. Continuo a achar que os arco-íris são belos e inspiradores, mas aprecio o facto de haver mais num arco-íris do que a mera refacção da luz. As cores são, por assim dizer, um engodo. Aquilo que requer uma

explicação é a forma e o brilho. Porque é que o arco-íris é um arco circular? Porque é que a luz do arco-íris é tão brilhante?

Podes nunca ter pensado acerca dessas questões. Sabes que um arco-íris aparece quando a luz do Sol é refractada por pequenas gotículas de água, cada cor da luz a ser desviada com um ângulo ligeiramente diferente e a emergir das gotas de chuva de encontro aos olhos observadores. Mas se o arco-íris é só isso, porque é que os milhares de milhões de raios luminosos de cores diferentes provenientes de milhares de milhões de gotas de chuva não se sobrepõem e misturam?

A resposta está na geometria do arco-íris. Quando a luz percorre o interior de uma gota de chuva, a forma esférica da gota faz com que a luz emirja muito bem focada segundo uma direcção específica. Cada gota, de facto, emite um cone brilhante de luz, ou melhor, cada cor da luz forma o seu próprio cone, e o ângulo do cone é ligeiramente diferente para cada cor. Quando olhamos para um arco-íris, os nossos olhos detectam apenas os cones que vêm das gotas de chuva que estão alinhadas segundo uma dada direcção e, para cada cor, essas direcções formam um círculo no céu. Por isso vemos uma série de círculos concêntricos, um para cada cor.

O arco-íris que tu vêes e o arco-íris que eu vejo são criados por gotas de chuva diferentes. Os nossos olhos estão em sítios diferentes, por isso detectamos cones diferentes, produzidos por gotas diferentes.

Os arco-íris são pessoais.

Algumas pessoas acham que este tipo de compreensão «estraga» a experiência emocional. Eu acho que isso é um disparate. Mostra uma forma de complacência estética deprimente. As pessoas que fazem tais afirmações gostam, muitas vezes, de se fazerem passar pelo tipo poético, abertas às maravilhas do mundo, mas de facto padecem de uma grave falta de curiosidade: recusam-se a acreditar que o mundo possa ser mais maravilhoso do que as suas próprias imaginações limitadas. A natureza é sempre mais profunda, mais rica e mais interessante do que aquilo que se pensa, e a matemática dá-te uma forma muito poderosa de apreciares este facto. A capacidade de *compreender* é uma das diferenças mais importantes entre os seres humanos e outros animais, e deveríamos valorizá-la. Há imensos animais que têm emoções, mas tanto quanto sabemos só os humanos pensam racionalmente. Eu diria que a minha compreensão da geometria do arco-íris acrescenta uma nova dimensão à sua beleza. Não retira nada à experiência emocional.

O arco-íris é só um exemplo. Também olho para os animais de forma diferente, porque tenho presentes os padrões matemáticos que estão por