



Universidade do Minho  
Escola de Ciências

## Ciência

# A MATEMÁTICA DO BEM E DO MAL

CIÊNCIA | JORGE M. PACHECO\*

A revista Science, no final do século passado, solicitou a um grupo de cientistas que incluía 20 prémios Nobel, que identificassem os maiores desafios científicos para o século XXI. Um desses desafios foi compreender a "evolução da cooperação".

Com efeito, foi essencial que vários genes cooperassem entre si para formarem uma célula. Foi preciso que várias células cooperassem entre si para que surgissem os seres multicelulares. A cooperação desempenhou um papel fundamental na formação de grupos e sociedades, sejam de insectos, seja a sociedade humana. E, claro está, a nossa cultura é um processo cooperativo. Dado o desafio intelectual, a sua transversalidade e o seu dom de ubiquidade, a cooperação tem sido estudada por todos.

E muito se tem aprendido recentemente sobre cooperação. Hoje em dia, é consensual que vários mecanismos levam indivíduos a cooperar: Desde a afinidade genética, a processos de selecção por grupos, à denominada reciprocidade directa — que se traduz na máxima “eu ajudo-te a ti e tu ajudas-me a mim a seguir” — ou mesmo as redes sociais ou ecológicas, vários são os mecanismos que promovem a cooperação entre indivíduos, das células aos seres humanos. Mas há um mecanismo que, até hoje, foi apenas identificado, de forma conclusiva, em humanos (há alguns relatos circunstanciais de ocorrência em chimpanzés, mas necessitam ainda de validação): trata-se da cooperação baseada em reputação, cientificamente designada por reciprocidade indirecta.

A ideia é simples. Imaginemos uma interacção entre 2 indivíduos A e B. A poderá já gozar ou não de reputação aos olhos da comunidade, mas o que A fizer a B poderá mudar essa reputação, sendo certo que a reputação de A aos olhos da comunidade pode afectar a propensão com que os demais colaborem com A, ajudando-o.

Investigações em reciprocidade indirecta (em que participei), desenvolveram um mundo muito simples, a “preto e branco”, no qual os indivíduos, quando interagem só podem fazer uma de duas coisas: coo-



perar ou não-cooperar. As reputações, por sua vez, apenas podem ser boa (reputação 1) ou má (reputação 0), representando “homens bons” e “homens maus”. Neste modelo, a nova reputação de um indivíduo A depende i) se ele coopera ou não quando encontra um outro indivíduo B ii) da reputação anterior de B e iii) da reputação anterior de A, e em que são examinadas todas as possíveis estruturas reputacionais possíveis deste universo, que produzem toda a paleta de combinações possíveis na figura.

Os resultados desta caricatura matemática da realidade são, não obstante, surpreendentes: frequentemente, surgem comunidades constituídas maioritariamente por cooperadores, indivíduos que 1) se regem pela norma reputacional (designada de stern-judging) ilustrada na figura e que se traduz em “ajuda um bom e pune um mau e serás bom, pune um bom ou ajuda um mau e serás mau”; 2) a reputação do indivíduo que ajuda ou não (indivíduo A) é irrelevante (e daí o semicírculo superior ser igual ao inferior excepto na camada interior, que reflecte a reputação de A) e 3) bom e mau adquirem um significado que transcende a análise matemática efectua-

da; com efeito, associamos 1 à boa reputação e 0 à má reputação. E os resultados mostram que esta associação tem implicações fundamentais: apenas os “homens bons” conseguem formar comunidades cooperadoras.

Estes resultados e modelos têm variadas aplicações, desde a compreensão e optimização de plataformas cooperativas online baseadas em reputações (e.g., ebay), à compreensão de importantes conceitos sociopolíticos, como a formação de coligações ou de hierarquias, à sustentabilidade de instituições sejam elas de monitorização ou mesmo punitivas. Numa altura em que a espécie humana se tem revelado incapaz de coordenar esforços face ao aquecimento global — provavelmente o maior dilema cooperativo da nossa história — a compreensão dos fenómenos que ancoram a nossa capacidade de cooperar reveste-se de uma importância impossível de ignorar e onde modelos matemáticos preditivos poderão desempenhar um papel determinante.

\* Departamento de Matemática e Aplicações da Escola de Ciências da Universidade do Minho

### Quer fazer perguntas a um cientista?

Esta rubrica sobre a Escola de Ciências da Universidade do Minho tem também como objectivo criar uma relação entre leitores e investigadores. Alguma vez pensou em fazer uma pergunta a um cientista? Caso queira participar pode enviar todas as suas questões para [sec@ecum.uminho.pt](mailto:sec@ecum.uminho.pt) e verá as suas dúvidas esclarecidas.

BI



#### Nome:

Jorge M. Pacheco

#### Formação Académica:

Licenciatura em Física (Coimbra, 1981); Doutoramento em Física Teórica (Instituto Niels Bohr, Copenhaga, 1990), e Agregação em Física-Matemática (Évora, 1998).

#### Livro Favorito :

(lido há muitos anos): A história do Futuro, de Robert A. Heinlein

#### Filme Favorito:

(difícil escolher um) Dogville, Lars von Trier (2003)

#### Cidade Favorita:

Copenhaga, Nova Iorque,...

#### Músico Favorito:

Lisa Gerrard

#### Especialidade Culinária:

Pastas...

#### Hobbies:

Caminhar, Música, Cinema, Arquitectura, Teatro Contemporâneo

#### Viagem de Sonho:

Percorrer a Cordilheira dos Andes

#### Inspiração:

o mar...

#### Se não fosse cientista seria:

Artista, transformando os hobbies em profissão