

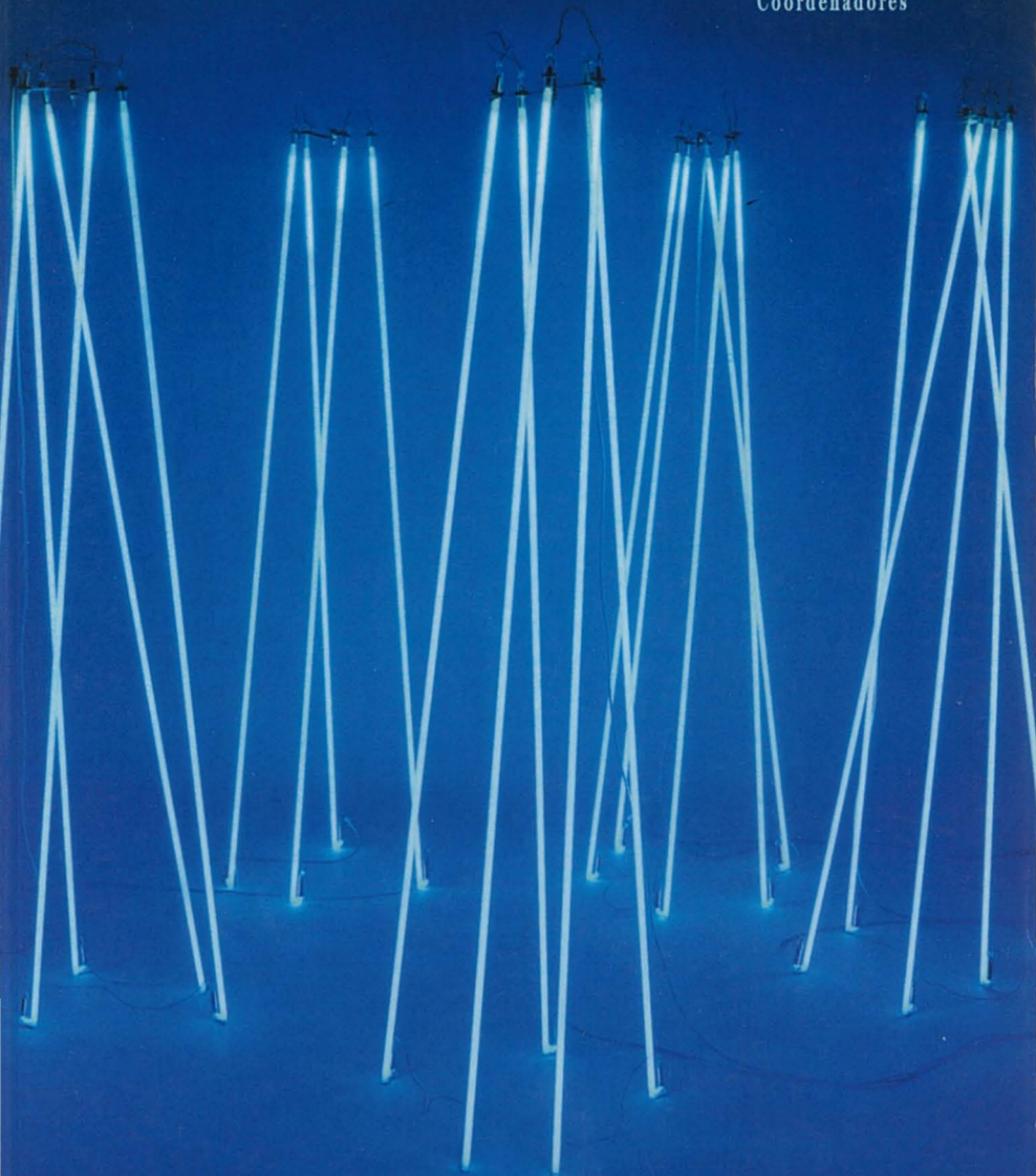
C I Ê N C I A A B E R T A

Fronteiras da Ciência

Desenvolvimentos Recentes – Desafios Futuros

RUI FAUSTO • CARLOS FIOLHAIS • JOÃO FILIPE QUEIRÓ

Coordenadores



(Página deixada propositadamente em branco)

RUI FAUSTO, CARLOS FIOLEIS
JOÃO FILIPE QUEIRÓ
Coordenadores

FRONTEIRAS DA CIÊNCIA

Desenvolvimentos Recentes
Desafios Futuros



Imprensa da Universidade de Coimbra

© *Gradiva – Publicações, L.^{da} / Imprensa da Universidade de Coimbra*, 2003

Coordenação editorial: *Rui Fausto, Carlos Fiolhais e João Filipe Queiró*

Tradução: *Jean Burrows, Vivien Burrows, Rui Fausto, Carlos Fiolhais e João Filipe Queiró*

Revisão do texto: *Isabel Pedrome*

Capa: *António Barros* [Imprensa da Universidade. Coimbra], sobre imagem de «Águas Vivas», escultura de *Silvestre Pestana*, 2001

Foto: *António Alves*; Infografia: *ESTÍMULUS* [design]; Cortesia: *Galeria Alvarez-Arte Contemporânea*

Paginação: *António Resende e Paula Isabel Jorge*

Impressão e acabamento: *G.C. – Gráfica de Coimbra, L.^{da}*

Reservados os direitos para Portugal por:

Gradiva – Publicações, L.^{da} e Imprensa da Universidade de Coimbra

Gradiva – Publicações, L.^{da}

Rua Almeida e Sousa, 21, r/c, esq. • 1399-041 Lisboa

Telefs. 21 397 40 67/8 • 21 397 13 57 • 21 395 34 70

Fax 21 395 34 71 • Email: gradiva@ip.pt

URL: <http://www.gradiva.pt>

Imprensa da Universidade de Coimbra

Rua Antero de Quental, 195 • 3000-033 Coimbra

Telefs. 351 239 85 31 10

Fax 351 239 85 31 19 • e-mail: fjrpess@ci.uc.pt

URL: <http://www.imp.uc.pt>

ISBN: 972-662-923-3

1.^a edição: Agosto de 2003

Depósito legal n.º 199 463/2003

OBRA PUBLICADA COM O PATROCÍNIO DE:
FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA
CAIXA GERAL DE DEPÓSITOS

Armando Ponce de Leão Policarpo
Departamento de Física
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Universidade de Coimbra

Comentário à comunicação de Murray Gell-Mann

Murray Gell-Mann, cientista do maior mérito e Prémio Nobel da Física, tem dedicado nos últimos anos, no âmbito da sua actividade científica, a melhor atenção a alguns aspectos do estudo da simplicidade e da complexidade. É autor de um *best-seller*, *O Quark e o Jaguar, Aventuras no Simples e no Complexo* (Gradiva, Lisboa, 1997), em que disputa com humanistas a primazia de uma escrita culta e revela os seus interesses de uma vida inteira pela história natural, a evolução biológica, a sociologia, o pensamento criativo, a evolução cultural e, mais recentemente, por aspectos políticos e sociais, como o desenvolvimento económico sustentável.

Vou abordar, à laia de comentário à comunicação de Gell-Mann, alguns aspectos da estruturação da ciência. Farei uma simples referência aos muitos domínios que foram surgindo na constante procura da simplicidade e que, como os cacos do arqueólogo, têm no seu conjunto uma realidade que os excede.

Nesta breve abordagem transparece com clareza a minha formação como licenciado num ramo da ciência, as Ciências Físico-Químicas, que vi, ao longo da minha vida universitária, e só na minha universidade, ramificarem-se mais e mais em cerca de meia dúzia de novas licenciaturas...

A ciência é produto do espírito humano. Nele claramente distinguimos duas grandes tendências, a lógica e a intuitiva, dois modos associados ao

pensamento humano durante todo o período em que a ciência se foi fazendo. Eles vão alternando na construção do progresso científico, ao golpe da intuição sucedendo-se a tranquilidade da lógica. Por exemplo, ligado ao sucesso tão recente da ciência (nos séculos XVI e XVII) está o espírito lógico. Com ele nasceram as leis da física apoiadas na matemática, que nos impõem uma harmonia, uma simplicidade maravilhosas. O que é o simples? Em particular, é o conteúdo de uma lei da ciência, um verdadeiro triunfo do espírito humano. Ainda há poucos séculos vivíamos num mundo complexo cheio de milagres permanentes.

A que se deve o triunfo da lógica sobre a intuição na evolução científica? A querermos o rigor e a certeza que muito simplesmente a intuição não nos dá.

E, no entanto, da lógica não se espera muito: ela é em si mesma tautológica, assegurando-nos que se cumprem as regras do jogo, que todos os passos estão correctos, mas parando aí. O que há de ilógico na concepção de uma realidade firme, no sentido de exhibir propriedades independentes dos instrumentos de medida? Ou em admitir que a velocidade de propagação de um sinal é infinita? Ou em pensar que a mecânica newtoniana, boa para o mundo sublunar e para os céus, é também aplicável a sistemas atómicos? A dedução tem relações tensas com o carácter experimental da física, mas é menos enganadora do que a intuição.

A intuição é, assim, a grande vencedora: a ela associamos o progresso real, em particular todo o desenvolvimento da física moderna. Mas, poderosa como é, a intuição pode enganar-nos completamente. A título de exemplo, e num domínio que não consente a mentira, a matemática, parece evidente que toda a função contínua tem derivada, que uma curva tem sempre uma tangente, mas de facto não é assim.

Associados às revoluções científicas não estão só os espíritos lógico e intuitivo. Há certamente outros factores de natureza distinta. Por exemplo, um essencial é a independência total do cientista, a sua liberdade, sem repressão, fazer tábua rasa de verdades ou sentimentos.

E nos séculos seguintes surgiu um outro motor, agora bem reconhecido como tal, o instrumento: o telescópio, o cálculo diferencial, o acelerador de partículas, a geometria de Riemann, o computador; todos condicionam e geram o progresso da ciência.

Mas há ainda pelo menos um outro factor que se associa à evolução científica, o desenvolvimento de uma árvore imensa que se divide em ramos cada vez mais numerosos e mais finos, que cada vez mais se afastam do tronco, da unidade: a divisão do complexo em partes, partes que julgamos mais simples. Mas nesta evolução há certamente um

elemento intuitivo; é pois fácil cometer erros. De qualquer modo, sentimos que o todo é maior do que a soma das partes, que algo se perdeu neste processo. Temos agora consciência de uma excessiva simplificação, numa procura constante e subordinada da exactidão. A nossa ciência é um mosaico disperso nas mãos da lógica e da intuição, ambas, com os seus defeitos e as suas virtudes, igualmente necessárias ao progresso.

Quais serão as primeiras pernas desta árvore da sabedoria? A noção da existência de um real ao qual podemos ser estranhos, algo que está lá *fora*? Sem esta noção, o que é o determinismo clássico? Será um ramo inicial da linguagem matemática, com as suas entidades abstractas e bem definidas, em oposição à linguagem comum? Independentemente da sua génese, é cada vez mais claro que há ramificações erradas, no sentido de que não contribuíram para o avanço da ciência ou de que procuram apressadamente refundir-se. Quase no nosso tempo, sabemos de ramificações que se fizeram e desfizeram: até ao fim do século XVII, a física e a química eram domínios ortogonais, que se reencontraram quando a física começou a invadir os domínios das propriedades da matéria (e a interessar-se menos pela mecânica celeste). Mais de uma década antes de surgir o electrão na física, a sua carga elementar e universal era essencialmente considerada apenas na electroquímica. A espectroscopia, que nos leva às galáxias mais distantes, é bem física e química, tanto na sua génese como nas suas aplicações. A mecânica quântica surge-nos como um rebento novo da mecânica, mas é Einstein que afirma *na mecânica quântica, com os seus estados e transições, já não é possível distinguir claramente a física da química*.

A ciência tem olhado a realidade pelo lado da razão, uma visão estreita, uma vez que a emoção, por exemplo, contempla horizontes mais amplos. A complexidade é uma nova síntese da ciência e talvez aproxime estas duas perspectivas, talvez faça a fusão das duas culturas, aproximando o cientista e o filósofo. A complexidade, a meio caminho entre a ordem e o caos, ao tratar a física e a biologia, não pode deixar de nos surpreender: a lei do aumento da entropia, o aumento da desordem, por um lado, e a evolução biológica e social, que, por outro lado, está associada a transições para níveis mais complexos. Mas por agora a complexidade é simplesmente uma ciência, com a sua metodologia e a sua instrumentação, que utiliza as mesmas técnicas abstractas que a física, da antropologia, da economia, da sociologia, etc., e que procura, de acordo com a nossa visão reducionista, os poucos, tão poucos quanto possível, elementos simples que constituem o complexo. A ciência actual, com meia dúzia de partículas e de interacções, construiu os protões, os átomos, as células, as galáxias.

A ciência estende agora essa construção, sendo a complexidade um novo objecto da ciência. Não se iludam os leitores de Gell-Mann: está em causa ciência dura.

O encontro «Fronteiras da Ciência», incluindo como tópicos «Cosmos, matéria e complexidade, Vida e homem, Sociedade e futuro» tem, pois, razão de ser. *É necessário suplementar os estudos especializados com um olhar muito atento, mesmo que grosseiro, do todo*, diz Murray Gell-Mann. Acrescenta, no entanto, o que todos bem sabemos: que o prestígio social e académico recompensa os que estudam cuidadosamente alguns aspectos de um problema, enquanto a discussão do grande conjunto é relegada para as conversas de café. Mas, afinal, não foi a Sociedade Francesa de Física quem recentemente alugou um café (café *Art Nouveau* em Saint-Germain) para conversar sobre física com toda a gente, como parte da sua reunião anual? É que as ciências não se podem ignorar umas às outras. Mais do que isso, o mundo real está presente na totalidade das ciências.

Na sua comunicação, Gell-Mann abordou a quantificação de aspectos que associamos à complexidade, mas apresenta sobretudo algumas reflexões que procuram generalizar este conceito, inquirir da sua génese, prever o seu comportamento, procurar noções intuitivas de complexidade e compreender o modo como esta pode emergir da simplicidade.

(Página deixada propositadamente em branco)

A palavra «fronteiras» pode ser tomada em diferentes sentidos. Pode referir-se aos limites, necessariamente provisórios, entre o conhecido e o desconhecido, ou aos limites entre o possível e o impossível, e, dentro do possível, entre o desejável e o indesejável. Fronteiras podem também ser as delimitações, nem sempre nítidas, entre ciência e não-ciência, e dentro da ciência, entre as várias disciplinas. Quais são então as fronteiras da ciência?

Neste livro, a resposta a esta pergunta é dada, segundo as mais diferentes perspectivas, por um conjunto notável de personalidades, cientistas ou não, entre as quais se contam três Prémios Nobel.

RUI FAUSTO, CARLOS FOLHAIS e JOÃO FILIPE QUEIRÓ são, respectivamente, professores de Química, Física e Matemática na Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra.

ISBN 972-662-923-3



9 789726 629238



gradiva



Imprensa da Universidade de Coimbra