

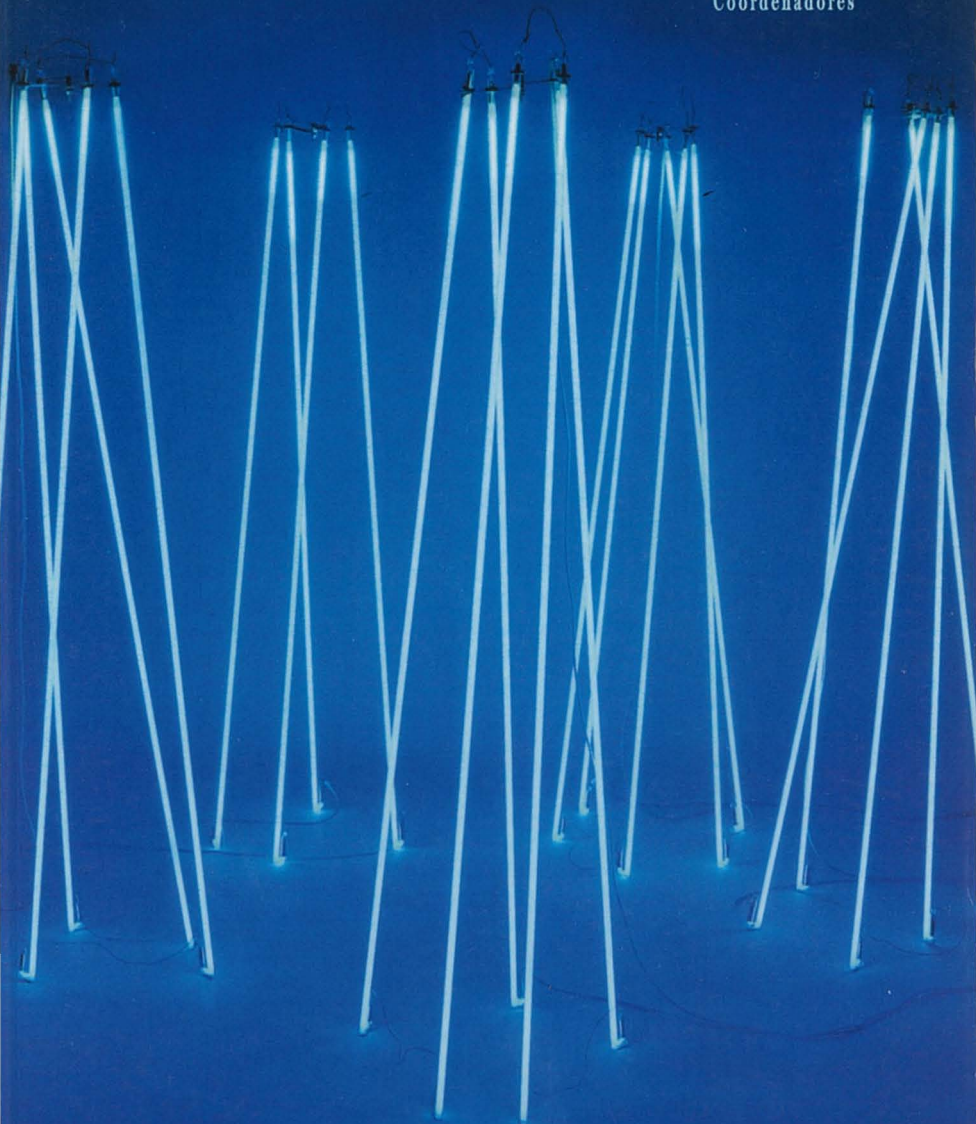
C I Ê N C I A A B E R T A

# 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.<sup>da</sup> / 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.<sup>da</sup>*

**Reservados os direitos para Portugal por:**

*Gradiva – Publicações, L.<sup>da</sup> e Imprensa da Universidade de Coimbra*

*Gradiva – Publicações, L.<sup>da</sup>*

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](mailto: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](mailto:fjrpess@ci.uc.pt)

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

**ISBN:** 972-662-923-3

**1.<sup>a</sup> 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

Carlos Fiolhais  
Departamento de Física  
Faculdade de Ciências e Tecnologia  
Universidade de Coimbra

## Ciência e arte

Fernando Pessoa, sob o pseudónimo de Álvaro de Campos, escreveu em 1935 um pequeno poema sobre a relação entre a matemática e a arte:

*O binómio de Newton é tão belo como a Vénus de Milo.*

*O que há é pouca gente para dar por isso [...].*

Toda a gente conhece, de facto, a famosa estátua sem braços, mas a fórmula do binómio de Newton não goza da mesma popularidade.

Foi este poema que tomei a liberdade de parafrasear no final do prefácio que escrevi, em 1991, para a primeira edição portuguesa (a segunda edição foi publicada em 1998) de *Objectos Fractais*, um livro do matemático francês de origem polaca, a trabalhar nos Estados Unidos, Benoît Mandelbrot. A versão do prefácio era:

*O conjunto de Mandelbrot é tão belo como a Vénus de Milo.*

*E há cada vez mais gente a dar por isso.*

Foi decerto uma honra para mim ter encontrado Benoît Mandelbrot durante a sua primeira visita a Portugal. Foi também um prazer ter colaborado com José Luís Malaquias Lima na tradução em português, publicada pela Gradiva, de um trabalho que vai permanecer como um marco na bibliografia científica do século XX. Pela primeira vez o neologismo *fractal*, que significa quebrado, fragmentado, entrou na capa de um livro em português.



Embora para o artista Pessoa arte e ciência fossem bem distintas (ele escreveu nas suas *Páginas sobre Estética que a ciência descreve as coisas como elas são; a arte descreve as coisas como elas são sentidas*), é interessante que ele tenha chegado a uma metáfora sobre a relação entre equações e esculturas idêntica à que foi encontrada por alguns cientistas. De facto, o matemático inglês G. N. Watson, que passou a vida a tentar demonstrar as expressões bem complexas encontradas nos cadernos de notas do génio indiano Ramanujan, afirmou numa comunicação apresentada em 1937 (dois anos depois do poema de Álvaro de Campos) à Sociedade Matemática de Londres:

*Exprimiria a minha atitude [relativamente ao trabalho de Ramanujan] com maior prolixidade dizendo que uma fórmula como [expressão complexa de Ramanujan] me dá uma sensação indistinguível da que sinto quando entro na Sagrestia Nuova da Capella Medicee [em Florença] e me vejo diante da beleza austera do Dia, da Noite, da Tarde e do Crepúsculo, que Miguel Ângelo esculpiu sobre os túmulos de Giuliano e Lorenzo de Medici.*

As esculturas em causa são magníficas, perfeitas mesmo, mas, de facto, austeras e frias.

Um outro matemático inglês, Bertrand Russel (talvez mais conhecido pela sua obra filosófica), já tinha escrito em 1918 em *Misticismo e Lógica: A matemática, quando bem vista, possui não apenas verdade, mas uma beleza suprema — uma beleza fria e austera como a de uma escultura.*

Alguns autores tentaram generalizar a semelhança entre a matemática e as artes plásticas, nomeadamente a escultura, apontada independentemente por Pessoa, Watson e Russell. O matemático polaco Jacob Bronowski (mais conhecido como historiador e crítico da ciência) escreveu no seu ensaio *Ciência e Valores Humanos: Quando Coleridge tenta definir beleza, regressa sempre a um pensamento simples e profundo: a beleza é «unidade na diversidade».* *A ciência não é mais do que a busca da unidade na variedade desordenada da natureza — ou, mais exactamente, na diversidade da nossa própria experiência. A poesia, a pintura, as artes em geral, são o mesmo.* A relação entre ciência e arte é, portanto, de identidade, se não na metodologia, pelo menos nos fins últimos.

Mas a beleza matemática — que é evidente na fórmula de Newton, nas séries de Ramanujan e até nos teoremas de Russel — não é facilmente capturável por diletantes. Um processo árduo de aprendizagem é necessário para dominar a linguagem. Sem essa aprendizagem, a matemática e a arte parecem divorciadas.

Foi nos anos 70 que Mandelbrot publicou o seu estudo sobre o conjunto que hoje possui o seu nome. Como esse conjunto, muitos

objectos, naturais e artificiais, apresentam uma bela simetria: as suas partes são semelhantes ao todo. Esses objectos foram denominados *fractais* por Mandelbrot e a sua análise é o objecto do livro *Objectos Fractais*. É difícil encontrar fractais sem ficar seduzido por eles. Fica-se tocado pela sua estranha beleza, algo que é melhor sentido do que enunciado. No entanto, alguns desses fractais, como o conjunto chamado de Mandelbrot, exprimem-se por uma fórmula muito simples, que pode mesmo ser compreendida por alguém de posse apenas de conhecimentos de matemática elementar.

Com Mandelbrot a estética encontra a ciência não apenas de uma forma vaga, metafórica. Ao procurar a ciência produziu obras que muitos, incluindo artistas profissionais, não hesitam em chamar arte. O computador revelou-se o instrumento reunificador da matemática com a arte.

Se aceitarmos a definição de Samuel Coleridge — a beleza é *unidade na diversidade* — devemos notar que uma boa conformidade das partes com o todo é fornecida pela propriedade de auto-semelhança das figuras fractais. Mas, se preferirmos a definição de John Keats — *beleza é verdade* —, devemos notar o número extraordinário de objectos fractais descritos pela geometria fractal. Numa nuvem, os flocos são pequenas cópias do todo. Num agregado de galáxias, as galáxias são também cópias do todo. Não admira que os físicos tenham tomado os fractais nas suas mãos e lhes tenham encontrado aplicações.

Os fractais, que pertencem à ciência do século XX, são belos e verdadeiros. Parecem, porém, estranhos, como de resto alguma da arte desse século. O mundo fractal exemplificado no conjunto de Mandelbrot lembra-nos as estranhas pinturas de Vladimir Kandinsky ou de Henri Michaux mais do que as clássicas esculturas dos Gregos ou de Miguel Ângelo. Algumas teorias da informação estética consideram a surpresa uma marca do génio numa obra de arte. Uma obra de arte deve ser suficientemente equilibrada para transmitir uma impressão de harmonia, mas também deve ser suficientemente provocadora para atrair a atenção do público. Um objecto de arte deve ter uma proporção, mas deve também ter um elemento excêntrico que desfigure a proporção. Muitas obras de arte moderna inspiradas nos fractais, constituem bons exemplos desta asserção.

A geometria fractal poderá parecer estranha pelos padrões da geometria euclidiana, ou da ciência mais tradicional. Contudo, adoptando uma frase de Pessoa, podemos achá-la estranha de início, mas depois entranhamo-la. *Primeiro estranha-se e depois... entranha-se*. A estranheza científica sempre foi bem-vinda quando a ciência se revelou excelente.

O que, afinal, o faz estranho tanto na arte como na ciência? Precisamos de invocar Francis Bacon, não o pintor moderno, mas sim o lorde





(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