



RUI FAUSTO E RITA MARNOTO
(COORDENADORES)

TEMPO E CIÊNCIA

gradiva

© *Rui Fausto e Rita Marnoto/Gradiva — Publicações, L.^{da}*

Coordenação e tradução: *Rui Fausto e Rita Marnoto*

Revisão do texto: *Ana Isabel Silveira*

Capa: fotografia: *António Olaio*

design gráfico: Armando Lopes

Fotocomposição: *Gradiva*

Impressão e acabamento: *Multitipo — Artes Gráficas, L.^{da}*

Reservados os direitos para Portugal por:

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: geral@gradiva.mail.pt

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

1.^a edição: *Março de 2006*

Depósito legal n.º 239 649/2006

gradiva

Editor: *Guilherme Valente*

Visite-nos na Internet
<http://www.gradiva.pt>

Índice

Prefácio	7
O princípio e o fim do tempo (<i>Martin Rees</i>)	15
Astronomia: distância, tempo e ambos (<i>João Fernandes</i>)	39
A química-física do tempo (<i>Peter Atkins</i>)	47
O tempo da química-física (<i>Luís G. Arnaut</i>)	67
Comentários à conferência «A química-física do tempo» (<i>José Gaspar Martinho</i>)	75
O tempo em biologia (<i>Lewis Wolpert</i>)	81
O tempo e a filosofia (<i>Desidério Murcho</i>)	97
Que espécie de ser é que os antropólogos assumem estudar. O exemplo da compreensão do tempo (<i>Maurice Bloch</i>)	111
Uma literatura do tempo: a ficção científica (<i>José Manuel Mota</i>)	145
Comentário ao texto de Maurice Bloch (<i>Luís Reis Torgal</i>)	157
Outras versões da realidade? Maurice Bloch e o relativismo cultural (<i>Robert Rowland</i>)	163

TEMPO E CIÊNCIA

Duplicação e modificação de seres humanos. Factos e fantasmas (<i>Bertrand Jordan</i>)	177
Modificação genética da espécie humana (<i>Mário Sousa</i>)	193
A problemática da clonagem humana (<i>Nuno Grande</i>)	211
Tempo do homem, tempo de Deus (<i>Carlo Carena</i>)	213
O tempo nos <i>Césares</i> de Suetónio (<i>José Luís Lopes Brandão</i>)	233
O tempo nas ciências exactas (<i>Lélio Quaresma Lobo</i>)	251
Os autores	255

Prefácio

Cíclico ou linear, progressivo ou regressivo, o tempo pode ser medido, pensado ou vivido. As suas implicações incidem sobre toda a experiência humana, na sua amplitude e na sua complexidade. Como tal, o tempo erige-se em motivo que percorre, transversalmente, todas as áreas do saber. Se o conceito tem vindo a ser explorado no âmbito dos mais variados campos do conhecimento, são também muito diversas as doutrinas à luz das quais é actualmente considerado.

A uma reflexão sobre esse tema, numa perspectiva interdisciplinar, foi consagrado o ciclo de colóquios «Tempo e Ciência», integrado no âmbito da programação de Coimbra Capital da Cultura 2003, que contou com a colaboração do Museu Nacional da Ciência e da Técnica, bem como do Departamento de Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. A sua arquitectura organizou-se a partir da integração de uma série de conferências, proferidas por personalidades de renome internacional, representativas de diferentes domí-

nios científicos, com comentários elaborados por investigadores que trabalham, também eles, nas mais variadas áreas, deixando ainda um espaço aberto para debate, de forma a cruzar campos de saber diversificados e a dinamizar uma troca de ideias.

O conjunto de textos que se editam traduz os resultados daí decorrentes. Neste livro, um conjunto notável de cientistas e pensadores fala-nos do tempo, nas suas interrelações com o mundo físico, biológico, social e filosófico.

Num quotidiano vivido ao ritmo dos minutos, dos segundos e até das fracções de segundo marcadas pela instrumentação digital, falar dos ponteiros do relógio possui, cada vez mais, o sabor de uma imagem para uso retórico. Graças aos avanços da ciência, sabemos hoje que a vida na Terra tem cerca de 3500 milhões de anos e a Terra e o sistema solar mais de 4500 milhões de anos. Martin Rees, director do Instituto de Astronomia de Cambridge, presidente da Royal Astronomic Society e do Conselho Consultivo da Agência Espacial Europeia, leva-nos através de uma fantástica viagem pelo cosmos, do alvorecer da sua existência até aos seus possíveis ocasos. A sua perspectiva do tempo cosmológico — a quarta dimensão física —, necessariamente moldada pela sua formação académica, não o impede de, brilhantemente, reflectir também acerca das incidências mais sociológicas do fluir do tempo e das suas implicações sobre o ambiente e o futuro da humanidade. Como observa no final do seu texto, «O que vier a acontecer aqui na Terra neste século poderá muito provavelmente fazer a diferença entre uma quase eternidade cheia de formas de vida cada vez mais complexas e subtis e outra cheia de nada, excepto matéria básica».

Na verdade, no plano físico, a invariância temporal só pode ser concebida como abstracção, já que todos os seres e todas as coisas avançam, sob o nosso olhar, numa direc-

ção irreversível, suscitando inquietantes questões acerca da sua inteligibilidade. Peter Atkins, professor de Química na Universidade de Oxford e talvez o químico mais lido ao nível mundial, graças ao extraordinário impacto dos seus livros sobre química fundamental e química-física, centra o seu texto na relação estreita, que nos revela, do tempo com a temperatura: entre a seta do tempo e a seta entrópica, definida na segunda lei da termodinâmica. No seu estilo inconfundível, fala-nos de assuntos elaborados e apresenta-nos algumas das mais famosas bizarras da mecânica quântica, sem praticamente apresentar uma equação. Analisa ainda os fenómenos da percepção do tempo e da formação e esvanecimento da memória numa perspectiva físico-química, tomando sempre como pano de fundo o inexorável devir do tempo e a sua intrigante seta, que insiste em apontar exclusivamente do passado para o futuro.

Na sua implacabilidade direccional, o tempo não pode deixar de condicionar também a vida e o seu aparecimento, bem como as circunstâncias em que se processa o seu desenvolvimento. Lewis Wolpert, professor de Biologia Aplicada à Medicina no University College de Londres, fala-nos da importância do tempo para a biologia, para a ontogenia (o desenvolvimento do indivíduo) e para a filogenia (o desenvolvimento da espécie), também enquanto condicionador dos comportamentos dos seres vivos, que se manifesta através dos seus ciclos circadianos. De forma apaixonante, descreve-nos o modo como um ser vivo adulto se forma a partir de uma única célula, revelando-nos a importância do tempo para a diferenciação celular, tal como mais vulgarmente é reconhecido com respeito à diferenciação das espécies.

Investigações no domínio do tempo biológico têm vindo a ser acompanhadas, mais recentemente, por pesquisas realizadas na área da psicologia cognitiva em torno da

compreensão do tempo e da relação entre causa e efeito nos recém-nascidos. Sabe-se hoje que as crianças, desde muito pequenas, possuem um conhecimento provavelmente inato de física e de aritmética e, correlativamente, capacidades de compreensão temporal. Com base numa metodologia que intersecta psicologia cognitiva e antropologia, Maurice Bloch elabora uma reflexão de fundo acerca do lugar ocupado pelo tempo nos estudos antropológicos. Dessa feita, retoma as pesquisas anteriormente realizadas acerca do povo nuer para redimensionar os seus resultados à luz dos mais recentes avanços verificados no domínio da psicologia cognitiva. Daí resultam fundamentais pistas de pesquisa para a compreensão da capacidade, detida pelo ser humano, de representar o mundo através de uma multiplicidade de níveis que entre si mantêm relações dialécticas.

A crescente importância assumida pelo tempo, seja ele psicológico, macroscópico, dendrocronológico ou histórico, tem vindo a criar a possibilidade de conhecer estádios cada vez mais remotos da vida e do universo. Esse movimento de recuo mantém relações de simetria com um outro, de sinal oposto, ou seja, projectado sobre o futuro. Bertand Jordan, biólogo molecular e geneticista, aborda de forma ampla e envolvente a temática da clonagem, em particular da clonagem humana, desvendando mitos e fantasmas que se foram associando a esta técnica e à engenharia genética em geral, mas também factos e implicações de natureza sociológica. Conforme nos diz, o tempo, nestes domínios do conhecimento, não tem parado de acelerar, e o novo milénio é, certamente, o milénio em que o homem vai desmontar, peça a peça, o seu próprio algoritmo de construção. O genoma humano é já hoje integralmente conhecido, e a sua compreensão funcional, intimamente relacionada com a nova fronteira da biologia, a proteómica,

avança a ritmo acelerado. Do «embrião *à la carte*» à dispensabilidade de um dos progenitores, é um admirável mundo novo que se nos apresenta, quiçá ao alcance do nosso próprio tempo...

No entanto, depois de um tão amplo conjunto de intervenções disciplinares e perspécticas, a pergunta permanece: o que é o tempo? Trata-se daquele mesmo interrogativo que já Santo Agostinho se colocava, nas *Confissões*, o livro que irá encontrar em Husserl um dos seus mais atentos leitores, e cujas páginas ressoarão, juntamente com os escritos de S. Paulo, naquele Heidegger que coloca o *Dasein* numa transcendência originária que é a temporalidade. Partindo das célebres páginas de Santo Agostinho, Carlo Carena remonta ao modo como o mito grego representava Cronos, para depois acompanhar as ideias expressas por poetas, homens da ciência e historiadores do mundo antigo, de forma a mostrar como a noção de eternidade vai emergindo, residindo a única possibilidade do processo histórico em Deus. Mas então o tempo faz-se sentimento e estado de alma, invadindo os territórios do pensamento apocalíptico e utópico.

A intervenção de Carlo Carena coroa, pois, uma sequência constituída por cinco textos, cada um dos quais é seguido por comentários, necessariamente mais breves, de autoria de cientistas, todos eles personalidades nacionais de créditos firmados, que muito enriquecem e ampliam as mensagens contidas nos primeiros: João Fernandes, professor de Astronomia na Universidade de Coimbra, comenta o texto de Martin Rees; Luís Arnaut e José Gaspar Martinho, professores de Química nas Universidades de Coimbra e Técnica de Lisboa, respectivamente, comentam o texto de Peter Atkins; Desidério Murcho, filósofo que actualmente trabalha no King's College de Londres, reflecte sobre a importância do tempo na filosofia confrontando-a com

as ciências experimentais; José Manuel Mota, estudioso da ficção científica, e Luís Reis Torgal, historiador, ambos professores da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, e Robert Rowland, professor do ISCTE, estabelecem pontes entre as suas áreas de investigação e a antropologia; Mário Sousa, médico especialista em Medicina da Reprodução Laboratorial e director do Laboratório de Biologia Celular do Instituto Abel Salazar, e Nuno Grande, médico investigador no mesmo instituto e professor jubilaado da Universidade do Porto, comentam o texto de Bertran Jordan; finalmente, José Luís Brandão, latinista especializado em historiografia, professor da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, e Lélío Quaresma Lobo, professor de Engenharia Química da Faculdade de Ciências e Tecnologia desta mesma universidade, cruzam os seus saberes com a leitura do tempo elaborada por Carlo Carena.

Ao passarmos para letra de forma as reflexões decorrentes dos colóquios «Tempo e Ciência», pretendemos antes de mais dar continuidade a um projecto de aproximação entre as várias áreas do saber, esbatendo fronteiras, decodificando linguagens e perscrutando novas vias de intersecção de conhecimentos. Em segundo lugar, deixar uma marca de natureza mais perene a assinalar o sucesso dos colóquios, que congregaram um número de participantes substancial e suscitaram grande interesse pela sua temática junto de um público com formação muito diversificada, de forma a permitir a muitas outras pessoas, que não tiveram a fortuna de neles estar presentes, saborear um pouco do seu espírito. Finalmente, deixar abertas algumas pistas para que os não especialistas apaixonados pelas questões da ciência e das suas implicações sociais, ambientais e filosóficas, pudessem alcançar um entendimento mais vívido daquilo a que alguém um dia decidiu chamar TEMPO!...

Nesta confluência de programas e objectivos, são devidos agradecimentos a todos aqueles que nesta iniciativa colaboraram, a começar pelos participantes nos colóquios, que com tão grande entusiasmo acederam, todos eles, e desde o primeiro momento, a estar presentes. À Coimbra Capital Nacional da Cultura 2003, nas pessoas do seu presidente, Abílio Hernandez Cardoso, e do seu programador das ciências, Paulo Trincão, devemos os nossos agradecimentos pelo apoio institucional e financeiro que permitiram levar a cabo os colóquios que estão na base deste livro, mas também pelo estímulo que sempre souberam dar a esta iniciativa. Ao nosso colega e amigo Paulo Gama Mota, então director do Museu Nacional da Ciência e da Técnica, agradecemos o esforço e a dedicação, e o companheirismo que nunca olvidou durante a organização dos colóquios. Finalmente uma referência que não poderíamos de deixar de fazer ao excelente trabalho de secretariado da Elsa Diogo e à generosidade das nossas colegas Susana Viegas e Sophie Arnaut, que foram também eles essenciais para que os colóquios «Tempo e Ciência» se tornassem no enorme sucesso que foram, e à Gradiva e ao seu director, Guilherme Valente, pelo apoio que nos concederam desde a primeira hora e que se volta agora a consubstanciar na edição deste livro.

RUI FAUSTO
RITA MARNOTO

O princípio e o fim do tempo

MARTIN REES

Instituto de Astronomia, Universidade de Cambridge

mjr@ast.cam.ac.uk

Introdução

Na nossa vida quotidiana, o tempo é um bem. Ganhamo-lo ou perdemo-lo; poupamo-lo ou gastamo-lo; demasiadas vezes, desperdiçamo-lo. Mas, para um físico, o tempo é um dos pilares da realidade: a quarta dimensão. Estamos habituados às três dimensões do espaço. São precisos três números para definir uma localização à superfície da Terra: latitude, longitude e altitude. No entanto, para especificar um acontecimento, precisamos de um quarto número — o número que nos diz *quando* o evento teve lugar. Existe, contudo, uma diferença crucial entre o tempo e as três dimensões espaciais. Podemos mover-nos para a esquerda ou para a direita, para trás ou para a frente, para cima ou para baixo; mas somos sempre transportados para a frente no tempo, em direcção ao futuro. As máquinas do tempo, que nos permitem retornar ao passado, são objecto de pura ficção científica.

Os nossos horizontes temporais são, de facto, muito limitados. Em geral, as decisões de natureza económica perdem qualquer relevância após cerca de 20 anos, contados a partir da altura em que são tomadas. As operações comerciais deixam de valer a pena se não originarem lucros bastante mais cedo que isso, especialmente quando o desgaste é rápido. As decisões governamentais quase sempre têm como horizonte temporal as eleições seguintes. Nesta perspectiva, os debates sobre as alterações climáticas e sobre a destruição de lixos radioactivos têm tido pelo menos um mérito: têm despertado interesse e preocupação sobre como as nossas acções actuais se irão repercutir daqui a alguns séculos, ou mesmo milénios. Estas perspectivas temporais estendem-se muito para além dos horizontes da maioria dos planos elaborados pelo Homem — mas ainda assim são infinitesimais quando comparadas com a vida futura da própria Terra.

Os meus interesses profissionais centram-se na ciência da globalidade do cosmos. Estudo o nosso ambiente na perspectiva mais alargada que se pode conceber, o que pode parecer um local de observação incongruente para analisar questões práticas terrenas. Contudo, a preocupação com o quase infinito espaço não torna os cosmólogos particularmente «filosóficos» quando pensam nas questões do nosso dia-a-dia, nem os deixam menos interessados pelos problemas com que nos confrontamos aqui na Terra, hoje e amanhã. Uma anedota muito divulgada entre os astrónomos conta que um ouvinte, preocupado, pergunta a um astrónomo no final de uma palestra: «Quanto tempo disse que decorrerá até que o fogo do Sol transforme a Terra num torresmo?» Ao receber a resposta, «seis biliões de anos», exclama com alívio: «Obrigado, meu Deus!... Pensei que tinha dito seis milhões!»

O que irá acontecer no futuro distante de milhões ou biliões de anos pode parecer-nos absolutamente irrelevante

em termos práticos para as nossas vidas. Mas não penso que o contexto cósmico seja completamente irrelevante para a forma como sentimos a nossa Terra e para o destino dos seres humanos. De facto, acentua as nossas preocupações relativas às consequências das coisas que acontecem aqui e agora, porque oferece uma visão de quão prodigioso o futuro da vida poderá ser.

Escalas de tempo cósmico: o passado

Decorreram cerca de 4,5 mil milhões de anos desde que o Sol se formou, por condensação de uma nuvem cósmica. O proto-Sol estava rodeado por um disco gasoso redemoinhante. As poeiras existentes nesse disco aglomeraram-se em grupos de rochas que orbitavam em torno do Sol, os quais se foram juntando para formar os planetas. Um destes tornou-se a nossa Terra — *the third rock from the Sun*¹. A jovem Terra foi fustigada por colisões com outros corpos celestes, alguns tão grandes como os próprios planetas. Um desses impactos fez expelir da Terra uma quantidade de rocha fundida suficiente para formar a Lua. As condições foram-se tornando mais suaves e a Terra arrefeceu, e teve início a montagem do cenário necessário ao

¹ O autor faz aqui uma referência à comédia televisiva de ficção científica com o título «Third rock from the Sun», de Bonnie e Terry Turner, na qual um grupo de extraterrestres chega à Terra para aprender os costumes dos homens. Para o fazer, os extraterrestres disfarçam-se de seres humanos, o que lhes concede emoções e necessidades físicas iguais às dos humanos. No entanto, não sabem o que tais coisas significam e não conhecem as suas limitações e inibições, normais nos seres humanos. As reacções desinibidas dos extraterrestres perante os mais diversos acontecimentos geram situações divertidas que são exploradas na série, de grande sucesso internacional. (N. do T.)

aparecimento da vida primitiva — através de processos que ainda hoje nos intrigam. A biosfera actual da Terra é o resultado de cerca de 4 mil milhões de anos de labor da selecção natural darwiniana.

Ao examinarem as imensas distâncias cosmológicas, os astrónomos podem agora olhar para o passado, para um tempo anterior àquele em que a Terra e o Sol foram formados. As fotografias obtidas pelo Telescópio Espacial Hubble mostram que cada arco-minuto quadrado no céu contém literalmente centenas de manchas ténues de luz — cada uma delas biliões de vezes mais fracas que qualquer estrela que pode ser vista a olho nu. Mas cada uma delas é uma galáxia inteira, a milhares de anos-luz de distância, que parece tão pequena e ténue devido à enorme distância que nos separa dela.

Um intervalo de tempo enorme separa-nos dessas galáxias remotas. De facto, vemo-las como elas eram na altura em que se formaram. Nessa altura ainda não se tinham transformado nas espirais rodopiantes, como a galáxia Andrómeda (figura 1), que podemos observar nas noites límpidas. Algumas dessas galáxias podem ser observadas sob a forma de manchas de gás brilhantes difusas, pois na altura em que emitiram a luz que percebemos hoje ainda não tinham tido tempo de se condensarem para formar estrelas.

Ao olhar para Andrómeda perguntamos por vezes a nós mesmos se poderão existir lá outros seres vivos que nos devolvam o olhar. Pode ser que sim. No entanto, nas galáxias mais remotas que podemos observar, de certeza que não existem quaisquer seres vivos. As suas estrelas não tinham ainda tido tempo para produzir os elementos químicos. Não possuíam ainda planetas em órbita, nem, certamente, qualquer forma de vida.

Os astrónomos podem de facto observar o passado longínquo. No caso das épocas mais remotas, quando



Figura 1 — A galáxia Andrômada, a mais próxima de todas as grandes galáxias, situada a cerca de 2 900 000 anos-luz de distância. A galáxia Andrômada foi descrita na antiguidade pelo astrónomo persa Abd-al-Rahman Al-Sufi, em 964 d. C., no seu *Livro das Estrelas Fixas*

ainda nenhuma galáxia se tinha formado, as provas da ocorrência de um *big bang* têm vindo a tornar-se cada vez mais fortes. O espaço intergaláctico não é completamente frio. Está preenchido com radiações de pequena intensidade cujas energias se situam na região das microndas do espectro da radiação electromagnética. O espectro (distribuição de energias) correspondente a essas radiações que preenchem o espaço intergaláctico foi medido, com uma precisão de uma parte em 10 mil, pelo satélite COBE, Cosmic Background Explorer, lançado pela NASA no dia 18 de Novembro de 1989. O espectro medido corresponde precisamente ao que esperaríamos encontrar actualmente, se considerássemos este fundo de radiações como o resíduo da

radiação emitida pelo universo pré-galáctico, quente, denso e opaco. A expansão do Universo arrefeceu e enfraqueceu a radiação, e fez aumentar o seu comprimento de onda (as microndas têm energias menores — logo comprimentos de onda maiores — que a radiação ultravioleta e visível, por exemplo). Mas, apesar de alterada pela expansão, a energia emitida pelo universo primitivo nos primeiros segundos de existência ainda está à nossa volta — preenche o universo e não pode ir para qualquer outro lugar!

E existe outro «fóssil» dos tempos primitivos que podemos observar actualmente: quando o universo se encontrava comprimido e mais quente que uma estrela, ocorreram reacções nucleares. A temperatura do universo atingiu então valores extremamente altos, mantendo-se assim apenas durante os primeiros três minutos após o *big bang*, mas ainda assim tempo suficiente para converter 23% da matéria em hélio. Esta é precisamente a fracção de hélio que encontramos actualmente no Universo!

Penso que a extrapolação para períodos mais remotos, até à altura em que o universo se tinha expandido durante apenas alguns segundos (enquanto se dava a formação do hélio), merece ser tomada tão a sério como, por exemplo, a história dos primeiros tempos da nossa Terra contada por geólogos e paleontólogos. As suas deduções são tão indirectas como as que os cosmólogos actualmente podem fazer sobre os instantes iniciais do universo (e, na verdade, menos quantitativas). Além disso, poderiam ter sido feitas várias descobertas que invalidariam a hipótese do *big bang*, mas que, de facto, nunca puderam ser concretizadas. A teoria do *big bang* tem vivido perigosamente durante décadas, e sobrevivido.

Podemos perguntar a nós mesmos se não será uma presunção absurda reclamar que podemos conhecer qualquer coisa, com qualquer nível de confiança, no domínio da

cosmologia. A resposta é: não necessariamente! É a complexidade, e não o tamanho, que torna as coisas difíceis de compreender — por exemplo, uma estrela, à luz da cosmologia, é mais simples que uma borboleta à luz da biologia. No calor feroz de uma estrela, e mais ainda no *big bang*, tudo é desmontado nos seus constituintes mais simples. O universo primitivo é de facto muito menos desafiador e está muito mais ao alcance do nosso conhecimento que o mais pequeno dos seres vivos. São os biólogos — tentando compreender as estruturas organizadas dos seres vivos e os seus padrões maravilhosos — quem enfrenta o maior desafio!

Mas vamos antes olhar brevemente para o futuro, em vez de olharmos para o passado, como adivinhos em vez de caçadores de fósseis.

O nosso futuro cósmico

As enormes escalas temporais do passado evolucionário fazem hoje parte da nossa cultura comum. No entanto, a maioria das pessoas não tem a menor ideia ou consciência do nosso futuro longínquo: os seres humanos são, muitas vezes tacitamente, considerados o culminar da evolução. Contudo, o Sol não atingiu ainda a metade do seu tempo de existência e o tempo que ainda lhe resta, contado a partir do momento actual, é maior do que o que foi necessário para desenvolver a Terra e a vida como actualmente as conhecemos. Daqui a cerca de 6 mil milhões de anos o Sol morrerá, e a Terra desaparecerá com ele. Mais ou menos pela mesma altura, a galáxia Andrómeda, que se encontra já a deslocar-se na nossa direcção, despenhar-se-á de encontro à nossa própria galáxia, a Via Láctea. Mas será que o universo, como um todo, se continuará a expandir para

sempre? Ou irá o firmamento inteiro eventualmente colapsar naquilo que poderíamos designar por *big crunch*?

A resposta depende do quanto tem a expansão do universo vindo a ser desacelerada pela atracção gravítica que se faz sentir entre todos os corpos. É simples calcular que a expansão pode, eventualmente, ser revertida, se actualmente existirem, em média, mais de 5 átomos por metro cúbico em todo o universo. Este número não parece muito grande. No entanto, se todas as galáxias fossem desmanteladas e os átomos resultantes fossem dispersos uniformemente pelo espaço, atingiríamos um vazio ainda maior — 1 átomo por cada 5 metros cúbicos —, o mesmo que um floco de neve no volume inteiro ocupado pela nossa Terra. Este valor é 25 vezes menor que a «densidade crítica», e, numa primeira análise, parece implicar a expansão perpétua do universo, por uma margem muito larga. Mas as coisas não são assim tão simples. Os astrónomos descobriram que as galáxias, e mesmo os agrupamentos inteiros de galáxias, ter-se-iam já desmantelado se não fossem mantidos coesos por uma força gravitacional produzida por 5 vezes mais matéria do que aquela que podemos ver — este é o famoso mistério da «matéria negra». O que pode ser então esta «matéria negra»?

É embaraçoso que uma porção tão grande do universo não possa ser explicada. Muitos cosmólogos acreditam que a matéria negra é composta principalmente por partículas exóticas criadas durante o *big bang*. Se estiverem certos, teremos de elevar a nossa modéstia cósmica a um nível adicional. Estamos habituados à ideia pós-copernicana de que não ocupamos um lugar especial no cosmos. Mas, neste caso, até o «chauvinismo das partículas» temos de abandonar: não somos feitos dos materiais mais abundantes no universo. Nós, e as estrelas e as galáxias que vemos, somos apenas vestígios de «sedimento» num cosmos cuja

estrutura de larga escala é dominada por partículas substancialmente diferentes (e ainda desconhecidas) daquelas que nos são familiares. Testar esta hipótese é talvez o problema número um em toda a ciência cosmológica.

Os cosmólogos designam a razão entre a densidade de matéria actual e a densidade crítica pela letra grega ómega, Ω . Existe de certeza matéria negra suficiente em torno das galáxias para fazer $\Omega = 0,2$ (lembramos que a quantidade de matéria que vemos conduz apenas a $\Omega = 0,04$). Até há bem pouco tempo, não podíamos eliminar a possibilidade de a quantidade de matéria negra existente no espaço entre agrupamentos de galáxias poder ser suficiente para tornar Ω bastante maior, de tal forma que se tornasse maior que 1. Mas actualmente há indicações de que, na sua totalidade, átomos e matéria negra não contribuem mais do que para $\Omega = 0,3$. As probabilidades favorecem, pois, a expansão perpétua do universo. As galáxias esbater-se-ão à medida que as suas estrelas forem morrendo e o seu material ficar aprisionado sob a forma de estrelas anãs brancas, estrelas de neutrões ou buracos negros. Continuarão a afastar-se umas das outras continuamente, a velocidades que poderão diminuir, mas nunca anular-se. Além disso, há hoje em dia fortes indicações no sentido da existência de uma força repulsiva adicional, que se sobrepõe à gravidade, à escala cósmica — aquilo a que Einstein chamou constante cosmológica, Λ . A expansão do universo pode, então, de facto acelerar. Se isso acontecer, as previsões são as de um universo ainda mais vazio. Todas as galáxias para lá do nosso grupo local acelerarão até um valor de desvio para o vermelho infinito, desaparecendo completamente do horizonte visual.

Uma analogia pode servir para compreendermos propriamente estes territórios temporais, tanto futuros como passados. Suponhamos que o ciclo inteiro de vida do nosso

sistema solar era representado por um caminho através dos Estados Unidos em direção ao Oeste, com início em Nova Iorque, que se fazia corresponder ao nascimento do Sol a partir de uma nuvem cósmica, e acabando na Califórnia, que corresponderia ao fim do universo tal como acima descrito. Para percorrermos este caminho no tempo certo, teríamos de dar um passo cada dois mil anos. Toda a história corresponderia a uns poucos passos. Além disso (e este é o ponto mais importante), estes poucos passos seriam dados antes da metade do percurso: algures, talvez, no Kansas — certamente não o ponto mais alto da viagem!... Não serão seres humanos quem testemunhará a morte do Sol, daqui a 6 mil milhões de anos, mas criaturas tão diferentes de nós como nós das bactérias. Muito antes de o Sol finalmente fazer evaporar a superfície da Terra, a inteligência pós-humana poderá ter-se espalhado para bem longe do seu planeta original, assumindo formas que poderão ver a destruição da nossa Terra como um acontecimento pouco importante ou meramente sentimental, e ainda assim podendo aspirar a um futuro longo e próspero. O futuro cósmico estende-se muito para além da extinção do Sol. O vasto cosmos pode, na verdade, ter um futuro infinito à sua frente. Nós não podemos prever que papel a vida poderá eventualmente traçar para ela própria: pode extinguir-se ou, por outro lado, adquirir tal dominância que poderá influenciar a totalidade do cosmos.

Este tipo de especulações tem em geral sido deixada aos escritores de ficção científica. Mas os cientistas podem também fazer algumas tentativas de previsão de ultralongo alcance. O universo parece destinado a continuar a expandir-se. As reservas de energia, por outro lado, são finitas, e, em primeira análise, esta limitação parece ser fundamental. No entanto, tal restrição não é, na realidade, fatal. À medida que o universo se expande e arrefece, podem ser usados

quanta de energia cada vez mais baixa (ou, de forma equivalente, radiação de comprimento de onda cada vez mais longo) para armazenar ou transmitir informação. Tal como uma série infinita pode ter uma soma finita (por exemplo $1 + 1/2 + 1/4 + \dots = 2$), não existe limite para a quantidade de informação que pode ser processada com um gasto de energia finito. Qualquer forma de vida concebível teria, no entanto, de se manter sempre fria, pensar lentamente, e hibernar por períodos cada vez mais longos.

Os físicos suspeitam actualmente que os átomos não existem para sempre. Consequentemente, estrelas e planetas extintos há muito tempo desagregar-se-iam talvez ao longo de um período de um trilião de triliões de triliões de anos. O calor gerado pelo decaimento das partículas faria as estrelas brilhar, mas tão tenuemente como um aquecedor doméstico. Pensamentos e memórias só poderiam sobreviver a esta era se armazenados em circuitos complexos e campos magnéticos existentes em nuvens de electrões e positrões (isto talvez se pareça com a inteligência extraterrestre ameaçadora que surge em *The Black Cloud*, o primeiro e o mais imaginativo dos romances de ficção científica de Fred Hoyle, escrito nos anos 50 do século XX). O fim do jogo pode demorar tanto tempo que, para escrevermos o número de anos que durará, precisaríamos de tantos zeros quantos os átomos que existem em todas as galáxias que podemos ver actualmente. Tal como Woody Allen disse uma vez, «A eternidade é muito longa, especialmente mais perto do fim». Se o leitor possuir um temperamento apocalíptico, pode encaminhar-se para um buraco negro — ali pode encontrar uma antecipação do *big crunch*, criado por um colapso gravitacional local. Deverá escolher, de preferência, um dos monstruosos buracos negros que pesam tanto quanto biliões de estrelas da dimensão do Sol — relíquias dos eventos catastróficos que deram ori-

gem aos quasars — e que se encontram escondidos no centro das galáxias. Estes são tão poderosos que, mesmo caindo na sua direcção, terá algumas horas para uma observação agradável dos acontecimentos, antes de ver o seu corpo partir-se ao meio sob a acção da força da gravidade. Uma atitude mais cautelosa seria manter-se em órbita na periferia do buraco negro, onde o espaço e o tempo estão tão fortemente distorcidos que os relógios avançam de forma particularmente lenta. Nesse local tão vantajoso estaria a salvo, e poderia mesmo (se o buraco negro estivesse a girar rapidamente) sofrer um desvio para o azul e ter acesso a uma previsão do futuro do universo exterior ao buraco negro.

Da simplicidade à estrutura complexa

Basta de previsões de longo alcance. Voltemos agora de novo ao início. Às vezes as pessoas surpreendem-se pelo facto de o nosso universo poder ter começado como uma bola de fogo quente e amorfa, e poder vir a acabar como algo intrincadamente diferenciado. A temperatura agora varia desde as temperaturas arrasadoras da superfície das estrelas (e dos seus ainda mais quentes interiores) às temperaturas dos céus, apenas 3 graus acima do zero absoluto. Este facto parece contradizer um dos princípios sagrados da física: a segunda lei da termodinâmica. Mas ele é apenas o resultado natural do trabalho da gravidade. A gravidade torna o Universo em expansão instável relativamente ao aumento de estrutura, no sentido em que mesmo uma pequena irregularidade inicial pode evoluir para gradientes muito complexos na densidade de matéria.

Os teóricos podem actualmente simular a evolução de um «universo virtual» num computador. No início da simu-

lação são introduzidas pequenas flutuações. Os cálculos podem simular uma caixa contendo milhares de galáxias — suficientemente grande para ser uma amostra razoável do nosso universo. A forma como as pequenas irregularidades iniciais na bola de fogo cósmica evoluem para formar galáxias e agrupamentos de galáxias é em princípio tão previsível como as órbitas dos planetas, que são compreendidas desde o tempo de Newton. Mas, para Newton, algumas características do sistema solar eram um mistério. Porque foram os planetas formados com as suas órbitas quase integralmente no mesmo plano, contornando o Sol no mesmo sentido? Esta coplanaridade só agora foi compreendida: é uma consequência natural da formação do sistema solar a partir de um disco proto-estelar. De facto, os cientistas deslocaram a fronteira do desconhecido do início do sistema solar até ao primeiro segundo do *big bang*. Mas, conceptualmente, não estamos em melhor posição do que Newton. Ele tinha de especificar as trajectórias iniciais de cada planeta; nós deslocámos a cadeia causal muito para trás, mas ainda não passámos do estágio em que afirmamos que «as coisas são o que são, porque foram o que foram». Os nossos cálculos da estrutura do cosmos exigem que especifiquemos, para um tempo de cerca de 1 segundo, um conjunto de números: (i) a velocidade de expansão do cosmos; (ii) a proporção de átomos vulgares, matéria negra e radiação existentes no universo; (iii) as características das flutuações e (iv) as leis básicas da física. Qualquer explicação para estes números tem de se situar não apenas no primeiro segundo, mas na primeira pequena fracção desse segundo. Qual é então a probabilidade de empurrar a barreira do desconhecido ainda mais para trás?

A velocidade de expansão cósmica apresenta um mistério especial. As duas perspectivas — expansão perpétua ou

colapso — parecem muito diferentes. Mas o nosso universo está ainda a expandir-se, após 10 mil milhões de anos. Um universo que tivesse colapsado mais cedo não teria tido tempo para que as estrelas pudessem evoluir, ou mesmo se tivessem formado. Por outro lado, se a expansão se desse muito mais rapidamente, a gravidade teria sido derrotada pela energia cinética e as nuvens que se vieram a transformar em galáxias teriam sido incapazes de se condensarem. Em termos newtonianos, as energias potencial e cinética iniciais tiveram se ser muito semelhantes uma à outra. Como foi isso possível? Será que a resposta a esta questão se pode encontrar no universo ultraprimitivo, nos seus instantes iniciais de existência?

Eu sou capaz de seguir o percurso do universo até ao seu primeiro segundo de existência. A matéria não era mais densa que o ar actualmente; a física convencional experimental é aplicável àquelas condições e isso é validado pela observação das suas conseqüências previsíveis, tais como a radiação de fundo de microndas, a percentagem de hélio no universo, etc. Mas, para a primeira trilionésima parte de segundo, cada partícula existente no universo teria mais energia que aquela que mesmo o mais poderoso acelerador do CERN² consegue alcançar. Quanto mais extrapolamos em direcção ao passado, menos suporte temos da investigação experimental. Mas muitos cosmólogos suspeitam que a uniformi-

² CERN é o acrónimo de Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire (Conselho Europeu para a Investigação Nuclear), a comissão internacional que lançou as bases que permitiram a construção do maior e mais importante laboratório de altas energias do mundo, cujo nome oficial é de facto Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire (ou European Organization for Nuclear Research — Organização Europeia para a Investigação Nuclear), embora continue a ser mais conhecido pelo nome, CERN, da comissão que o projectou. (*N. do T.*)

dade e a velocidade de expansão são o resultado de um acontecimento notável que terá tido lugar quando o universo tinha apenas 10^{-38} segundos de idade, se encontrava reduzido a um tamanho 10^{27} vezes menor que o actual e aquecido por um factor semelhante. A expansão terá então sofrido uma aceleração exponencial, de tal modo que o universo embrionário se teria inflacionado, homogeneizado, e o equilíbrio entre a gravidade e a energia cinética teria sido estabelecido. As sementes das galáxias e agrupamentos de galáxias poderiam ser então apenas pequeníssimas flutuações, formadas enquanto o universo possuía apenas um tamanho microscópico, por acção da expansão inflacionária.

As inter-relações íntimas entre o cosmos e o mundo microfísico são ilustradas nas interligações entre os braços esquerdo e direito de um ouroboros (figura 2). O nosso mundo quotidiano é determinado pela química: as propriedades dos átomos. As estrelas brilham devido a reacções

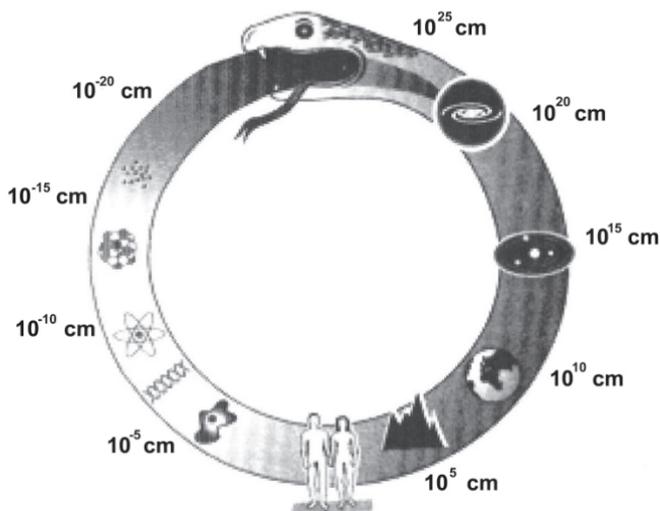


Figura 2 — O ouroboros cosmológico

dos núcleos atômicos. As galáxias podem ser mantidas juntas pela força da gravidade devida a uma multidão de partículas subnucleares. A síntese final que ainda nos escapa é a existente entre a gravidade e o micromundo — entre o cosmos e o quântico.

O contexto humano

O próprio Darwin notou que «nenhuma espécie viva transmitirá as suas características inalteradas a uma descendência distante». O notável biólogo Christian de Duve, por seu lado, defendeu que «a árvore da vida pode alcançar o dobro do seu tamanho actual. Isto pode acontecer por crescimento adicional do ramo humano, mas não tem de ser assim forçosamente. Há tempo suficiente para outros ramos brotarem e crescerem, e poderem eventualmente alcançar um nível muito mais elevado do que o que nós ocupamos, enquanto o ramo humano definha. [...] O que virá a acontecer depende de algum modo de nós próprios, visto que possuímos actualmente o poder de influenciar decisivamente o futuro da vida e da humanidade na Terra».

A evolução está a acelerar. Em *A Máquina do Tempo*, de H. G. Wells, o crononauta aumentou suavemente o passo da sua máquina do tempo em direcção ao futuro: «a noite surgiu como um apagar de luz, e num instante o amanhã chegou». À medida que ele acelerou «o palpitar da noite e dia transformou-se num contínuo cinzento. [...] Viajei, parando sempre e novamente, em grandes etapas de milhares de anos ou mais, sondando o misterioso destino da Terra. Observando com estranho fascínio o Sol a tornar-se maior e desinteressante no lado ocidental do céu, e a vida da velha Terra a desaparecer». Ele encontrou uma era onde a espécie humana se dividiu em duas: os estéreis

e infantis Eloi, e os brutais Morlocks, que os exploravam. Acaba 30 milhões de anos no futuro, num mundo onde todas as formas de vida familiares tinham sido extintas. Na história de Wells, são precisos 800 mil anos até que a espécie humana se divida em duas subespécies — um período que concorda com as ideias modernas sobre quanto a humanidade demorou a emergir via selecção natural. Mas, no novo século, as alterações nos corpos humanos e nos cérebros não estão reféns do andamento próprio da evolução darwiniana, nem mesmo da propagação selectiva. A engenharia genética e a biotecnologia, se praticadas em larga escala, podem vir a alterar profundamente a fisiologia e a mentalidade humanas muito mais rapidamente do que previu Wells. As alterações técnicas e ambientais têm vindo a acelerar ao longo da história da humanidade. Uma mulher de Neanderthal poderia esperar que os seus filhos vivessem os seus dias de uma forma semelhante à da sua própria geração, tal como de facto a maioria dos seres humanos até aos tempos medievais. As alterações progressivamente mais importantes no decurso de uma única geração são uma marca distintiva dos séculos mais recentes: algumas tecnologias avançam agora tão depressa que todos os objectos físicos em que assentam estão ultrapassados (destruídos ou doados a museus) em poucos anos. A biotecnologia abre hoje, de modo bastante repentino e sem precedentes, uma nova dimensão à mudança. Os fundamentos biológicos da humanidade, que permaneceram essencialmente inalterados ao longo de toda a história, podem vir a ser alterados em menos de um século. A nossa própria espécie pode variar e diversificar-se mais rapidamente que qualquer das suas predecessoras — através de modificações controladas pela inteligência, que não só pela selecção natural. Nos séculos futuros, os robôs e os seus fabricantes poderão invadir todo o sistema solar. Se os

seres humanos se juntarão eles próprios a esta diáspora é difícil de prever. Se sim, é provável que as comunidades que se desenvolvam o façam de tal modo que se tornem bastante independentes da Terra. Sem quaisquer restrições, algumas delas hão-de explorar totalmente as possibilidades das técnicas de manipulação genética e divergir como novas espécies. As condições físicas diversas — muito diferentes em Marte, na cintura de asteróides e nas zonas longínquas do sistema solar, ainda frias — darão um impulso renovado à diversificação biológica.

A Via Láctea inteira, estendendo-se por cerca de 100 000 anos-luz, poderá ser povoada em menos tempo do que aquele que foi necessário para nós evoluirmos a partir dos primeiros primatas. O futuro distante pode apresentar uma variedade ainda maior de seres vivos do que aquela que tem desempenhado o seu papel em toda a história da biosfera terrestre. Alguns artefactos criados por nós, e de certa forma nossos descendentes, poderão utilizar a sua própria inteligência para se desenvolverem mais, na Terra ou muito longe dela.

A compreensão da natureza da vida é um desafio-chave para a ciência — como começou, e se existe para além da Terra (não existe, seguramente, outra questão científica que eu, pessoalmente, mais gostasse de ver desvendada.)

É possível que venha a ser encontrada vida extraterrestre — ou mesmo inteligência extraterrestre. O nosso planeta pode ser, afinal, um dos muitos milhões de planetas habitados. Podemos viver num universo amigo da vida, abundantemente cheio de seres vivos. Se for assim, os acontecimentos mais significativos da história terrestre, mesmo a nossa própria extinção total, dificilmente poderiam ser considerados acontecimentos cósmicos. Mas poderemos aprender o suficiente para concluir que a vida inteligente é rara, ou mesmo que o espaço cósmico infinito é ainda um vazio

estéril — uma perspectiva actualmente defensável. A biosfera terrestre pode ser (com bastante plausibilidade) o único local de vida inteligente e consciente em toda a galáxia. Se assim for, o destino da nossa pequena Terra terá um significado verdadeiramente cósmico — uma importância que reverberaria por toda a «Criação Celestial» de Thomas Wright.

As primeiras criaturas aquáticas nadaram para terra seca na era silúrica, há mais de 300 milhões de anos. Podem ter parecido bestas pouco impressionantes, mas, se tivessem sido destruídas, o potencial de toda a fauna terrestre continental teria sido posto em causa. Da mesma forma, o potencial pós-humano é tão imenso que não seria apenas o mais misantropo de entre nós a encorajar a sua não destruição por actos humanos. Naturalmente, as nossas preocupações centram-se mais insistentemente no destino da geração actual do que em prognósticos para um futuro distante. Mas, para mim, e talvez para alguns outros (especialmente para os que não têm credo religioso), estas perspectivas de longo prazo fortalecem o imperativo de tratar com carinho este «ponto azul-pálido» no cosmos, sem pôr em causa o futuro da vida a longo prazo.

Este século especial

A figura 3 mostra uma fotografia antiga memorável, legendada originalmente *Earthrise* (nascer da Terra), que mostra a Terra tal como pode ser vista de uma nave espacial que orbita a Lua. O nosso *habitat* de continentes, oceanos e nuvens mostrou ser um objecto fino e delicado, com uma beleza e vulnerabilidade que contrastam com a agreste e estéril paisagem lunar, onde os astronautas deixaram as suas pegadas.



Figura 3 — Nascer da Terra. Esta fotografia a cores foi tirada pelo astronauta da missão Apollo 8, William Anders, no dia 24 de Dezembro de 1968. A fotografia não estava planeada na missão, pelo que foi obtida num acto estritamente serendípico

Só temos estas fotografias com imagens distantes da Terra desde há cerca de 40 anos. Mas o nosso planeta existe há mais de 100 milhões de vezes esse período. Como teria um hipotético extraterrestre visto à distância a evolução da história terrestre desde o seu início? Durante mais de mil milhões de anos, o oxigénio foi-se acumulando na atmosfera da Terra — uma consequência da vida unicelular inicial. Daí para a frente houve pequenas alterações na vegetação e também na forma das massas continentais, devido aos movimentos tectónicos. A cobertura de gelo cresceu e declinou: pode mesmo ter havido episódios durante os quais toda a superfície da Terra esteve coberta de gelo, tornando-a branca quando vista à distância, em vez

de azul-pálido. As únicas variações abruptas à escala global foram resultado de grandes impactos com asteróides ou erupções vulcânicas de violência invulgar. Acidentes ocasionais como estes teriam atirado tantos resíduos para a estratosfera que, durante vários anos, até as poeiras e os aerossóis assentarem de novo, a Terra pareceria cinzento-escuro, em vez de azulada, e a luz do Sol não conseguiria penetrar até à superfície. À parte estes rápidos momentos traumáticos, nada aconteceu bruscamente: espécies novas foram aparecendo sucessivamente, evoluindo e sendo extintas, em escalas geológicas de milhões de anos. Mas apenas num instante da história da Terra — a última milionésima parte, uns poucos milhares de anos —, os padrões de vegetação sofreram alterações mais rápidas que até aí. Esta mudança assinalou o início da agricultura — a impressão digital dos seres humanos sobre a Terra, fortalecida pelo uso de ferramentas. O ritmo das alterações acelerou à medida que a população humana cresceu. Então foram perceptíveis transformações diferentes, e estas foram ainda mais abruptas. Num período de cinquenta anos — pouco mais de uma centésima milionésima parte da idade da Terra —, a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera, a qual ao longo da maior parte da história da Terra tinha decrescido lentamente, começou a aumentar de forma anormalmente rápida. O planeta tornou-se uma intensa fonte emissora de ondas de rádio (o produto conjunto de todas as transmissões de rádio, televisão, telemóvel e radar). E algo mais aconteceu, sem paralelo nos anteriores 4,5 mil milhões de anos de existência da Terra: vários objectos metálicos — apesar de muito pequenos, pesando apenas algumas toneladas no máximo — deixaram a superfície do planeta e abandonaram completamente a biosfera. Alguns dirigiram-se para órbitas em torno da Terra; outros viajaram até à Lua e outros planetas; uns

poucos seguiram mesmo uma trajectória que os poderá levar até às profundezas do espaço interestelar, abandonando o sistema solar para sempre.

Uma raça de extraterrestres cientificamente avançados que observasse o nosso sistema solar poderia seguramente prever o destino que a Terra enfrentará daqui a 6 mil milhões de anos, quando o Sol, no seu estertor de morte, se expandir, tornando-se numa estrela gigante vermelha e vaporizando tudo o que restar à superfície do nosso planeta. Mas poderia ela ter antecipado a ocorrência destes espasmos sem precedentes a menos de metade do tempo de vida previsto para a Terra? Estas alterações induzidas pelos seres humanos que, tendo lugar na sua totalidade durante menos de uma milionésima parte do tempo decorrido, se deram a um ritmo tão elevado? Se os hipotéticos extraterrestres continuassem a observar a Terra, que ocorrências poderiam testemunhar nos próximos séculos? Haverá um estrépito final, seguido de silêncio? Ou o planeta estabilizará? E espalhar-se-ão alguns dos pequenos objectos metálicos que são lançados da Terra pelo espaço, descobrindo novos oásis de vida algures no sistema solar, eventualmente estendendo a sua influência — via qualquer espécie de vida exótica, máquinas ou sinais sofisticados — muito para além do sistema solar, criando uma «esfera verde» que invadirá toda a galáxia?

A evolução da biosfera terrestre pôde ser seguida até há alguns milhares de milhões de anos atrás. Sabe-se que o futuro do nosso universo físico se estenderá por um período muito maior, porventura até ao infinito. Mas, apesar destes horizontes expandidos, tanto para o passado como para o futuro, uma escala temporal contraiu-se: muitos de nós estão menos confiantes que a nossa civilização possa sobreviver ao próximo século do que os nossos antepassados, que devotadamente iam construindo catedrais que

sabiam não iriam ser terminadas durante as suas vidas. O que vier a acontecer aqui, na Terra, neste século, poderá muito provavelmente fazer a diferença entre uma quase eternidade cheia de formas de vida cada vez mais complexas e subtis, e outra cheia de nada, excepto matéria básica.

Astronomia: distância, tempo e ambos

JOÃO FERNANDES

*Departamento de Matemática e Observatório
Astronómico, Universidade de Coimbra
jmfernan@mat.uc.pt*

Introdução

A contemplação da abóbada celeste numa qualquer noite de Verão, longe da poeira luminosa das civilizações modernas, faz surgir um conjunto de sensações cuja descrição depende de observador para observador e está muito para além da «simples» explicação científica. Que o digam os poetas e trovadores ao longo dos tempos. «*E lucevan le stelle e olezzava la terra...*»¹, suspira o herói, esperando a morte traiçoeira... Os astros parecem cravados num gigan-

¹ «Brilham as estrelas e escurece a terra...», acto III da *Tosca*, de G. Puccini.

tesco planetário, cujo lento movimento aparente de este para oeste denuncia a rotação da Terra.

Esta calma imensidão esconde, na realidade, um universo pleno de acelerações e mutações cíclicas, tais como estrelas que se autodestroem (supernovas) e ajudam a formar novas estrelas. Assim, para lá do que o nosso olhar pode apreender, temos um universo muito pouco calmo e em constante evolução. Mas estarão os nossos sentidos preparados para perceber esta evolução? Em toda a sua globalidade, não. Mas parcialmente, decerto que sim. Por exemplo os movimentos orbitais e algumas características intrínsecas dos planetas do sistema solar; o(s) ciclo(s) de actividade solar; movimentos de estrelas na Galáxia; composição química e dimensões de nebulosas; propriedades de estrelas e galáxias; velocidades das galáxias e seus enxames; etc.

Mas o que nos falta então para essa imagem global do universo? Antes de mais, os nossos olhos são telescópios com uma capacidade muito limitada de observação. Em primeiro lugar porque conseguem observar apenas os objectos mais brilhantes. Assim, em 1610, Galileo Galilei publica o seu livro *Sidereus Nuncius* e dá a conhecer ao mundo que existe um universo muito mais vasto, para lá do que os olhos humanos podem apreender. Com um telescópio que não aumentava mais de uma dezena de vezes, dotado de uma lente de poucos centímetros, Galileu mostra que as Plêiades têm mais membros do que os avistados a olho nu e Júpiter tem satélites. Em segundo lugar, os nossos olhos apenas podem detectar uma pequena parte do espectro electromagnético, a radiação no óptico ou visível. Em 1880, William Herschel põe em evidência a radiação infravermelha. Sucedem-se, em finais do século, a descoberta das ondas rádio, por Heinrich Hertz, e dos raios X, por Wilhelm Roentgen. Temos assim um outro universo para além do visível.

Ao longo dos últimos 400 anos, tem-se tentado corrigir as limitações naturais da vista humana. Por um lado, temos telescópios com uma dezena de metros de diâmetro instalados na superfície terrestre, como são os casos do Very Large Telescope (Chile) ou dos Twin Keck (EUA). Por outro lado, alguns telescópios terrestres (como os radio-telescópios) e espaciais têm permitido ver o universo do não visível.

Assim, o conhecimento do universo passa pelo aperfeiçoamento e desenvolvimento tecnológico dos telescópios e instrumentos de captação e análise de imagem. Mas isto é apenas uma parte da história. Por maiores que sejam os nossos telescópios e por mais eficazes que sejam os aparelhos adjacentes, a astronomia debate-se sempre com escalas espaciais e temporais na maior parte das vezes muito diferentes das escalas humanas. É sobre isto que nos iremos debruçar nos próximos parágrafos.

Distância

Se excluirmos os casos da análise de meteoritos que atingem a Terra, das rochas lunares trazidas pelos astronautas ou do solo marciano recolhido pelos robôs que por lá se passaram, constatamos que os astrónomos não podem «tocar» ou manipular os objectos estudados. Antes de mais, porque eles estão muito longe. Essa distância é terrivelmente limitadora para estudar algumas das propriedades intrínsecas dos astros, como por exemplo o seu brilho. Consideremos aqui uma analogia. Uma lâmpada corrente colocada a poucos centímetros da nossa vista parece-nos muito mais brilhante do que quando colocada a uma distância de vários metros. Da mesma forma, o brilho de uma qualquer estrela, quando observado na Terra, é muitís-

simas vezes inferior ao seu brilho intrínseco. Dito por outras palavras, conseguindo medir o brilho de uma estrela na Terra, só poderemos ter acesso ao seu brilho intrínseco se conhecermos a distância que nos separa do astro.

A determinação da distância em astronomia é uma das tarefas observacionais mais árduas que o astrónomo enfrenta. Se as distâncias interplanetárias (dentro do sistema solar) podem ser determinadas com relativa facilidade, fruto da análise da dinâmica planetária, já para as distâncias às estrelas e às galáxias o problema se complica. O único método directo para a determinação da distância faz uso do conceito de *paralaxe*. A paralaxe de uma estrela é, em boa aproximação, o ângulo entre os vectores imaginários que unem a Terra à estrela e o Sol à estrela, e resulta do movimento de translação da Terra em torno do Sol. Este ângulo é tanto maior quanto mais próxima estiver a estrela da Terra. Se o conceito parece simples, já a medição da paralaxe se mostra complexa. A estrela mais próxima da Terra, a *Proxima Centauri*, encontra-se a 278 737 vezes a distância que separa a Terra do Sol — a unidade astronómica = 150 000 000 km. Esta estrela tem uma paralaxe de 0,00021°! Este valor é próximo da abertura angular de um indivíduo de 1,7 metros visto a quase 500 quilómetros de distância. Se pensarmos que o valor dado acima é para a estrela mais próxima, quão reduzida não será a paralaxe das outras estrelas. Por isso não espanta que só no século XIX tenha sido possível fazer medições de paralaxe de estrelas.

Hoje em dia, a tecnologia mais avançada na determinação de paralaxes passa pela observação a partir do espaço. Entre 1986 e 1994, a sonda HIPPARCOS, da Agência Espacial Europeia, observou mais de 100 mil estrelas, com o objectivo, entre outros, de determinar a paralaxe estelar. Houve muitos e bons resultados. No entanto, constatou-se

que a determinação de paralaxes com uma precisão inferior a 10% só era possível nas estrelas mais próximas do Sol, o que corresponde às estrelas que se encontram a menos de 100 vezes a distância entre a Terra e a *Proxima Centauri*. O que se passa é que para distâncias muito grandes o valor do ângulo de paralaxe é de tal forma reduzido que a medição se torna muito difícil. Por este motivo, a Agência Espacial Europeia tem já preparado para a primeira metade da próxima década o lançamento da sonda espacial GAIA, que terá como objectivo melhorar a *performance* da HIPPARCOS.

Fica claro do que em cima se expôs que a distância às estrelas longínquas e às galáxias não pode ser determinada via paralaxe. Existem, naturalmente, outros métodos. O universo não pode ficar sem tamanho! No entanto, esses métodos são menos directos e por vezes fazem uso de modelos teóricos. Por essa razão nos abstermos de os abordar neste texto. Fica a «moral da história»: conhecer o universo implica trazê-lo para perto, pelo conhecimento da distância.

Tempo

Mas, se a distância é uma dificuldade (por vezes ultrapassável!), as escalas de tempo de evolução dos objectos astronómicos não apresentam problemas menores. A análise química de meteoritos permite inferir que o processo de formação do Sol e dos planetas se terá iniciado há quase 5 mil milhões de anos. Para além disso, os modernos modelos teóricos de evolução estelar prevêem que a nossa estrela viverá ainda outro tanto. Se assumirmos que o estudo do sistema solar, no que concerne as propriedades intrínsecas dos seus constituintes (em particular o Sol), terá começado

há 100-150 anos atrás, facilmente nos apercebemos de que o nosso conhecimento se reporta a uma ínfima parte da história do sistema solar: Sol, planetas e os demais componentes. À primeira vista, este facto pode parecer incontornável e até desmotivador (mesmo os próximos milénios de estudo não juntarão mais do que uns «pozinhos» ao tempo de estudo). Mas é só à primeira vista!

Um olhar detalhado sobre a estrela HD 207129 permite a constatação de um facto curioso: a massa e a composição química da estrela são muito semelhantes aos valores correspondentes para o Sol. No entanto, uma enorme diferença separa as duas estrelas: HD 207129 tem uma idade de 40 milhões de anos, contra os 5 mil milhões do Sol. Assim, «olhando» para a jovem estrela pode estar a «ver-se» o Sol na sua infância. De facto, a observação de estrelas em diferentes fases de evolução permite compor o *puzzle* das várias etapas de vida de uma estrela. Fica depois para o engenho e a inteligência humana construir as ligações entre as diferentes etapas, o que é vulgarmente feito através do uso de modelos teóricos. Este tipo de metodologia permite assim colmatar a limitação ao estudo dos objectos astronómicos imposta pelas suas enormes escalas temporais.

Ambos: distância e tempo e vice-versa

É comum ver aparecer em livros de divulgação científica a ideia de que podemos estar, neste momento, a observar estrelas que entretanto já se tenham extinguido. Este facto deve-se ao valor finito da velocidade da luz (entendida como radiação electromagnética). Dito por outras palavras, apesar dos seus quase 300 000 km/s (no vácuo), a luz que transporta a informação que nos permite o estudo

dos objectos astronómicos demora *tempo* entre a fonte emissora (o astro) e o observador na Terra (cada um de nós, por exemplo). Este *tempo* é tanto maior quanto mais distante estiver o objecto: 1 segundo para a Lua, 8 minutos para o Sol, 1 hora para Saturno, 4 anos para a estrela *Proxima Centauri*, 400 anos para o enxame das Plêiades, 2500 anos para o centro na nossa galáxia — a Via Láctea —, 2,5 milhões de anos para a galáxia Andrómeda e 13 mil milhões de anos para os objectos mais longínquos do universo, como a galáxia descoberta em 2004 fruto da conjugação das observações do Telescópio Espacial Hubble e do telescópio Keck. Desta forma se estabelece a ligação entre a distância a que os astros se encontram da Terra e o tempo de que necessitamos para os conhecer. Daqui vem a conhecida unidade de comprimento usada em astronomia, denominada *ano-luz*. Um ano-luz é o espaço percorrido pela luz durante um ano, ou seja $300\,000 \text{ (km/s)} \times (365,25 \times 24 \times 3600 \text{ segundos}) \approx 9,5$ biliões de quilómetros!

Com base nesta realidade, podemos ainda constatar que as fotografias que tiramos hoje dos astros no-los mostram não como são agora, mas como eram quando emitiram a radiação que agora recebemos. O universo não se compadece com observações em tempo real.

Posto isto, fica claro que estudar astronomia é, invariavelmente, estudar o passado. Mas estudar o passado com a tecnologia do futuro. Muitas vezes, a vontade de conhecer o universo tem sido o motor de desenvolvimento tecnológico, que depois é aproveitado em outras áreas do conhecimento. Sempre assim foi e assim continuará a ser. A bem da ciência e do progresso da humanidade.

A química-física do tempo

Peter Atkins

Universidade de Oxford

peter.atkins@lincoln.ox.ac.uk

Espero não ser demasiado ambicioso ao pretender apresentar uma diversidade de aspectos relativos ao tempo na perspectiva de um químico, em particular de um químico-físico. A química é muitas vezes designada *ciência central*, por tratar de problemas que se situam entre as questões fundamentais do universo, consideradas pela física, e o mundo incrivelmente complexo da biologia. Por isso, a visão que o químico tem do tempo pode ser muito abrangente, indo dos limites das ideias fundamentais da física às fronteiras do conhecimento biológico. É também essa a minha intenção: tentarei guiar o leitor através desse percurso, considerando a origem das transformações, a percepção do tempo e a formação/esvanecimento da memória. Levarei o leitor através de um mundo bizarro, e mostrarei o que realmente vemos quando olhamos um

pêndulo a balançar, demonstrando que existe um mundo peculiar do tempo, tecnicamente imaginário, mas de facto real e familiar.

Começarei por falar sobre a origem das transformações e um pouco sobre a segunda lei da termodinâmica e a direcionalidade do tempo. Quando ensino a segunda lei aos meus alunos, digo-lhes que nenhuma outra lei científica contribuiu mais para a libertação do espírito humano. Naturalmente, eles riem-se, incrédulos. Mas eu quero dizer exactamente isso! A segunda lei revela-nos o motor do universo, a força impulsionadora de todas as transformações. Acho maravilhoso que uma ideia tão simples possa explicar todos os acontecimentos à nossa volta — do arrefecer de um café à formação de opiniões, formação/esvanecimento da memória, ou desenvolvimento de comportamentos nobres ou mais ou menos idiotas. O escritor inglês C. P. Snow, ele próprio inicialmente um químico, chamou a atenção para o facto de que não conhecer a segunda lei da termodinâmica é como nunca ter lido uma obra de Shakespeare.

Estou a partir do princípio de que os leitores não são cientistas ou, pelo menos, de que nem todos os leitores são cientistas. Apresentarei, por isso, a segunda lei e as explicações que ela oferece para os acontecimentos que nos rodeiam, a formação/esvanecimento da memória, a percepção visual e o nosso sentir da passagem do tempo. Fá-lo-ei de forma inteiramente qualitativa.

Na sua forma mais simples, a segunda lei assegura-nos que *as coisas tendem a piorar*. De uma forma mais exacta, que *a matéria e a energia tendem para estados de maior desordem*. Todos sabemos que, se introduzirmos uma pequena quantidade de um gás num reservatório vazio, ele rapidamente se espalhará de forma a preencher completa-

mente o reservatório. Este espalhamento é uma consequência directa do movimento aleatório das moléculas do gás, que as dispersa rapidamente e ao acaso por todo o espaço disponível. É extremamente improvável que as moléculas dispersas alguma vez se agrupem num dos cantos do recipiente. Esta dispersão da matéria é um dos processos básicos que conduzem o mundo a evoluir num determinado sentido e contribuem para a ordem natural dos acontecimentos a que chamamos *seta do tempo*. Todos sabemos também que um bloco de metal aquecido arrefece espontaneamente até à temperatura ambiente. A nível atómico, a razão para isso acontecer é simples de identificar. Um bloco quente de metal é formado por átomos que estão a vibrar permanentemente em torno da sua posição média e, quanto mais quente está o bloco, mais vigorosamente os átomos vibram. Nas vizinhanças do objecto, que se encontram a uma temperatura mais baixa, os átomos também estão a vibrar — em termos gerais, a mover-se —, mas de forma não tão vigorosa. Pensemos agora no que acontece na superfície do bloco: os átomos do bloco, vibrando vigorosamente, empurram os átomos vizinhos do meio exterior, fazendo-os vibrar mais. Estes, por seu turno, empurram os seus vizinhos, e assim sucessivamente. Em resultado disto, a energia dos átomos do bloco que vibravam vigorosamente espalha-se por todo o universo. Por outro lado, é extremamente improvável que, espontaneamente, a mesma energia alguma vez pudesse ser extraída ao universo e armazenada no bloco original, fazendo com que, de repente, o pudéssemos sentir mais quente. Esta dispersão de energia é o segundo dos dois processos básicos que ocorrem no universo, e fornece a segunda contribuição para a *seta do tempo*.

Devido aos dois processos básicos acima descritos, os acontecimentos têm um sentido definido no tempo. Todos

os acontecimentos são comandados pela tendência natural da matéria e da energia para originarem desordem. Estes dois processos são, assim, a força impulsionadora de todas as transformações, o motor do universo. Se quisermos, podemos levar esta ideia um pouco mais longe. Porque, de acordo com Einstein, a energia e a matéria são equivalentes, a tendência da matéria para se dispersar não é, afinal, mais que a tendência da energia para se dispersar. Então existe apenas uma tendência fundamental: a força impulsionadora das transformações, a mola desenrolada que direcciona os acontecimentos para a frente no tempo, não é mais do que *a tendência para a energia se dispersar originando desordem*.

Falei de «desordem». Uma medida técnica da desordem, definida rigorosamente, é a *entropia*. É suficiente para as nossas intenções considerar esta palavra como sinónimo de desordem, mas, naturalmente, os cientistas podem expressá-la precisa e quantitativamente, podem medi-la, e podem observar as variações de entropia que acompanham qualquer processo. Não preciso de aprofundar este assunto, excepto para salientar o facto de que os cientistas sabem exactamente o que entendem por entropia. Contudo, podemos ir tão longe quanto o necessário para invocar o termo e fornecer uma forma mais técnica de expressar a segunda lei: *a entropia aumenta em qualquer transformação espontânea*. Ao nosso nível de discurso, esta afirmação é apenas uma versão mais técnica do nosso enunciado original da lei, *as coisas tendem a piorar*. A seta do tempo voa no sentido do aumento da desordem, no sentido do aumento da entropia.

As coisas não pioram uniformemente. A onda crescente de entropia não se parece com um rio que flui suavemente, mas antes com rápidos turbulentos, que lançam espuma para o ar ao mesmo tempo que a água corre. Enquanto o

mundo se afunda em desordem, as suas inter-relações resultam no aparecimento, aqui e acolá, de ordem. Um acto que gera ordem constitui uma destruição local do caos.

Quando o combustível fóssil é queimado num motor, os átomos de carbono das moléculas dos hidrocarbonetos transformam-se em moléculas de dióxido de carbono e deixam de estar presos uns aos outros numa cadeia para passarem a estar livres para se dispersar. Ao mesmo tempo, à medida que as moléculas são queimadas é libertada energia, e esta também se dispersa. Assim, a queima de um combustível ilustra a acção das duas forças impulsionadoras das transformações, a dispersão de matéria e a dispersão de energia. Contudo, e este é um ponto crucial, a configuração do motor é tal que esta dispersão geradora de desordem não ocorre uniformemente. A forma do motor dificulta a tendência para a dispersão, e usa-a para obter algo útil, tal como a construção de um prédio a partir de uma pilha de tijolos. Localmente, a desordem da pilha aleatória de tijolos reduz-se e uma estrutura mais organizada emerge; a diminuição local de desordem resulta do aumento da desordem do combustível queimado. É a isto que me refiro quando falo em destruição local do caos: em termos globais (isto é, combustível mais tijolos), há um aumento de desordem, mas localmente (tijolos) verifica-se o seu decréscimo.

Onde quer que vejamos uma estrutura emergir à medida que o tempo passa, podemos associá-la a um aumento de desordem noutra local. Quando comemos, o metabolismo dos alimentos é equivalente à queima de um combustível, e as enzimas do nosso corpo são o equivalente do motor, dificultando a dispersão de matéria e energia. Entre as funções destas enzimas conta-se a construção não de edifícios a partir de tijolos, mas de proteínas a partir de aminoácidos dispersos. Assim, nós crescemos à medida que

dissipamos. De modo análogo, a actividade química e eléctrica aleatória nos nossos cérebros permite-nos formar uma opinião ou contrair os músculos numa sequência coordenada, que nos abre a possibilidade de praticar um acto nobre (ou menos digno...).

A segunda lei tem-nos revelado a essência das transformações e apontado o caminho do futuro: *a desordem*. Contudo, o futuro não se alcança rapidamente. Existem barreiras que evitam que o mundo colapse num instante e que o futuro nos atinja imediatamente. De facto, o mundo *goteja* para o futuro, e existe tempo para a beleza e a biosfera emergirem. Uma das maravilhas deste trabalho lento da segunda lei é a evolução da biosfera, através da selecção natural.

Qualquer componente da sequência de acontecimentos a que chamamos «percepção», bem como a formação e esvanecimento das memórias responsáveis por darmos conta da passagem do tempo e o nosso fluir inevitável para o futuro, podem ser atribuídos ao labor da segunda lei. Concentremo-nos então no fenómeno da percepção daquele que é, seguramente, o símbolo mais famoso da passagem do tempo, o *balançar de um pêndulo*. Analisemos primeiro o fenómeno da percepção do balançar e depois, em maior detalhe, o balançar propriamente dito.

O evento inicial que conduz à visão é extremamente simples. Para o compreendermos, temos de saber que a retina de um olho contém uma molécula chamada 11-*cis*-retinal, que tem a estrutura e a forma mostradas na figura 4. Qualquer químico sabe que a presença das ligações duplas torna esta molécula estruturalmente rígida, de tal modo que a molécula tem uma forma fixa. A molécula de retinal está ligada a uma proteína. Surge então um fotão, talvez um dos muitos que um nanosegundo antes foram

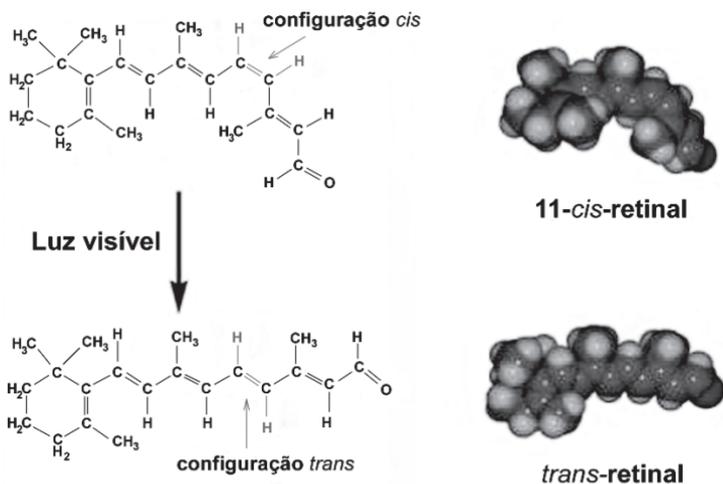


Figura 4 — Por absorção de um fóton de luz visível, a molécula de 11-*cis*-retinal isomeriza para a molécula de *trans*-retinal. No isómero *cis*, os hidrogénios assinalados com a cor vermelha no gráfico a duas dimensões apresentado estão do mesmo lado da ligação dupla formada pelos átomos de carbono 11 e 12. No isómero *trans*, os hidrogénios estão de lados opostos da ligação. De facto, neste isómero todas as duplas ligações estão na configuração *trans*: os hidrogénios ou os hidrogénios e o grupo CH₃ estão sempre de lados opostos das ligações duplas. Note como o tamanho e forma da molécula se alteram como resultado da isomerização

reflectidos pelo pêndulo quando este se encontrava numa determinada posição durante o seu balançar, que é focado pela retina do nosso olho, como parte da imagem global do pêndulo. O fóton pode ser comparado com uma pequena «bola de energia»; é absorvido pela molécula de retinal e, em consequência disso, uma das ligações duplas carbono-carbono da molécula quebra-se, transformando-se numa ligação simples. Os químicos sabem que uma ligação sim-

ples funciona como um eixo de rotação, pelo que agora uma das partes da molécula de retinal pode rodar livremente em relação à outra. A rotação tem lugar, o excesso de energia depositado na molécula excitada pelo fotão dispersa-se pelas vizinhanças — isto é a segunda lei a desempenhar o seu papel — e a dupla ligação é reconstruída. Agora a molécula de retinal assume uma nova forma (*trans-retinal*; figura 4). Esta alteração de forma desencadeia um impulso através do nervo óptico — examinarei esta questão um pouco mais à frente —, dando origem posteriormente à percepção de uma imagem no cérebro.

Entretanto, a molécula de retinal tem de retornar à sua forma original, de forma que possamos voltar a ver: se ela e todas as outras na retina não voltassem à sua configuração inicial, ficaríamos cegos logo após a nossa primeira visão! No entanto, restaurar a configuração inicial da molécula requer energia. Esta energia não provém da luz, mas do metabolismo dos alimentos, através de uma cadeia de acontecimentos controlada pelas enzimas, cada um dos quais impulsionado pela tendência da energia e da matéria para se dispersarem. Assim, a tendência para um açúcar, por exemplo, reagir com oxigénio e se dispersar sob a forma de pequenas moléculas de dióxido de carbono, ao mesmo tempo que a energia resultante da reacção se espalha pelas vizinhanças, é aproveitada pela bioquímica dos nossos olhos, e usada para fazer retornar a molécula de retinal à sua configuração inicial, logo que esta esteja pronta para actuar de novo. Assim, a segunda lei é não só responsável pelo evento primordial da visão, mas também desempenha um papel essencial no processo que assegura que possamos continuar a ver.

Consideremos agora o sinal produzido ao longo do nervo óptico e vejamos como a segunda lei determina a sua propagação. Temos de saber que a fibra nervosa consiste

numa membrana com iões potássio em elevada concentração no seu interior e iões sódio em grande concentração no seu exterior. Os gradientes de concentração destes iões dão origem a uma diferença de potencial eléctrico entre o exterior e o interior da membrana. Um impulso nervoso é uma consequência directa da segunda lei a funcionar. Simplificarei aqui os acontecimentos reais para salientar de forma mais evidente o papel da segunda lei.

Inicialmente, a membrana é alterada por um evento como a ejeção de retinal pela sua proteína, que ocorre quando a molécula de retinal absorve luz e muda de forma, tal como descrito anteriormente. Este evento torna, num dado local, a membrana permeável à passagem de iões sódio para o seu interior. Porque é que os iões sódio se dirigem para o interior da membrana? Porque este é o sentido natural da transformação (neste caso, o movimento dos iões), de acordo com a segunda lei. Por seu lado, os iões potássio não se podem dispersar para fora da membrana, apesar de terem tendência para o fazer, porque são demasiado grandes para passarem através dos poros. Esta alteração súbita na distribuição dos iões sódio faz variar o potencial eléctrico ao longo da membrana e altera a composição no interior do nervo. Este processo acarreta a alteração da membrana num local vizinho (um pouco mais à frente, se considerarmos o sentido de progressão do impulso nervoso), permitindo então que os iões sódio se desloquem para ali (de acordo com a segunda lei), e fazendo com que o local de alteração do potencial eléctrico e da composição se mova ao longo do nervo.

Entretanto, os iões sódio têm de ser de novo deslocados para o exterior do neurónio, de tal forma que este possa voltar a transmitir impulsos eléctricos e contribuir para a formulação de outro pensamento ou percepção. Recolocar os iões sódio no exterior do neurónio requer energia, que

uma vez mais é libertada pelo metabolismo dos alimentos e redireccionada para este processo particular — o que é o equivalente de construir uma catedral a partir de uma pilha aleatória de tijolos — através de uma cadeia de processos bioquímicos governados por enzimas. Assim, a reposição das condições que asseguram a capacidade do neurónio transmitir novos impulsos eléctricos é uma consequência da tendência natural da energia e da matéria para se dispersarem.

Não pretendo reclamar a compreensão do que ocorre no interior dos nossos cérebros, excepto para afirmar que os processos fundamentais que transformam a percepção visual numa imagem reconhecível de um pêndulo a balançar e que adicionam isto à base de dados de alterações químicas que designamos por *experiência* seguem exactamente o padrão geral que acabei de descrever. Existe uma interligação entre modificações estruturais, como aquelas que ocorrem no retinal, e impulsos eléctricos, como os que ocorrem quando os iões sódio e potássio ajustam as suas concentrações. Qualquer dessas contribuições para a *experiência* é guiada pela tendência natural da matéria e da energia para se dispersarem. A nossa percepção de caminhar para o futuro e a nossa impossibilidade de regressarmos ao passado não são mais do que a acumulação de alterações químicas no cérebro, acopladas a alterações fisiológicas no resto do nosso corpo, e o facto de mergulharmos inevitavelmente no futuro é uma manifestação do facto de que a segunda lei fornece uma explicação do sentido natural das transformações.

Prometi que exporia a vida secreta do pêndulo que temos imaginado a balançar durante os últimos minutos. Examinámos já a biologia da percepção da passagem do tempo. Agora vamos voltar-nos para a física.

Que estamos realmente a ver quando um pêndulo balança? Será que não estamos de facto a ver nada? Será que o balançar do pêndulo é apenas uma ilusão? Quero aqui demonstrar que um pêndulo que está a balançar com um período de um segundo é de facto um microscópio extraordinariamente sensível, que permite inspeccionar o mundo microscópico dos átomos e que vemos este pêndulo a balançar é na verdade a percepção de uma quase inimaginavelmente pequena diferença de energia. Por outras palavras, o balançar de um pêndulo é, surpreendentemente, uma janela aberta sobre o mundo quântico. Devo notar que em qualquer discussão sobre o tempo é absolutamente indispensável que exploremos pelo menos alguns aspectos do mundo quântico, de tal forma que a minha intenção agora é passar da descrição daquilo que pensamos ver como um pêndulo a contar os segundos para aquilo que *realmente* vemos.

Neste ponto, preciso de referir algumas das peculiaridades fundamentais da mecânica quântica. Um aspecto essencial da mecânica quântica é o dualismo onda-partícula, o facto de um objecto, tal como um electrão ou um pêndulo, se comportar simultaneamente como uma partícula e como uma onda. Não se iludam pensando que a mecânica quântica é a ciência do muito pequeno: ela é a ciência de tudo, dos electrões aos elementos, aos elefantes e às galáxias inteiras — apenas podemos, em geral, utilizar descrições mais simples no caso dos objectos grandes. No entanto, vou usar a mecânica quântica e o dualismo onda-partícula para compreender o balançar de um pêndulo. A segunda coisa que precisamos de saber é que a localização de uma partícula — o pêndulo — é descrita por uma função matemática chamada *função de onda*. Se conhecermos a função de onda para a partícula, podemos prever a probabilidade de a encontrar num dado ponto do espaço,

calculando o quadrado da sua função de onda. Em alguns locais existe uma grande probabilidade de encontrar a partícula; noutros, existe uma probabilidade muito menor; em alguns locais, nos quais a função de onda se anula, não existe qualquer hipótese de encontrar a partícula. Não precisamos de nos preocupar com o modo como se obtém a função de onda para um sistema particular, como este pêndulo. Existe um procedimento bem estabelecido para o fazer e, de facto, as funções de onda de um pêndulo são bem conhecidas.

Verifica-se que existem funções de onda apenas para certos valores de energia, de tal forma que o pêndulo possui uma hierarquia específica de funções de onda. Os valores permitidos de energia para o pêndulo diferem uns dos outros por pequeníssimas quantidades, de modo que, em termos práticos, o pêndulo pode ser colocado em qualquer energia que escolhamos. O que quero aqui demonstrar é que aquilo que vemos quando olhamos o pêndulo a balançar corresponde a observar *directamente* a separação entre os seus níveis de energia, fornecidos pela mecânica quântica. A identidade de um pêndulo é, na verdade, a separação energética entre os seus níveis quânticos.

Para compreendermos melhor a verdadeira identidade de um relógio de pêndulo, precisamos de conhecer uma característica adicional da mecânica quântica, designada por *princípio da sobreposição de estados*, ou apenas princípio da sobreposição. Este princípio diz-nos que para obtermos a função de onda real temos de adicionar todas as funções de onda correspondentes ao conjunto de estados em que o sistema se pode encontrar. Assim, por exemplo, se temos dúvidas se se pode associar ao sistema a função de onda A ou a função de onda B, escrevemos a função de onda real como a soma das funções de onda A e B. De seguida, calculamos o quadrado da função de onda

composta, para localizarmos a partícula. Trata-se de uma diferença profunda relativamente à descrição fornecida pela física clássica, onde se adicionam probabilidades. De acordo com a mecânica quântica, adicionamos funções de onda, e só depois calculamos as probabilidades a partir da função de onda composta. A diferença entre os dois procedimentos reside no facto de a função de onda possuir regiões de amplitude positiva e regiões de amplitude negativa; quando duas funções são sobrepostas, interferem uma com a outra, aumentando-se reciprocamente quando os seus máximos se combinam e anulando-se quando um mínimo de uma coincide com um máximo da outra.

Apliquemos agora estes conhecimentos ao nosso pêndulo. Se o pusermos em movimento, não podemos estar seguros de que se lhe pode associar um estado quântico único, e, mesmo que assim fosse, as colisões do pêndulo com as moléculas de ar acarretariam constantes alterações do seu estado quântico. Assim, a função de onda real do pêndulo é uma sobreposição de um número muito grande de funções de onda, cada uma delas correspondente a um estado quântico diferente e diferindo ligeiramente em energia. Estas funções de onda somam-se então umas às outras para produzir uma função de onda composta que é zero em todos os pontos, excepto num intervalo muito pequeno de posições onde todos os máximos das funções de onda parcela coincidem. Contudo, cada uma dessas funções de onda varia com o tempo, e a posição nas quais a sua sobreposição se adiciona para dar o pico estreito em que não se anulam desloca-se um pouco à medida que o tempo passa. Podemos calcular a forma da função de onda total ao longo do tempo, verificando que o pico de não anulamento da função balança para trás e para a frente, periodicamente. Quando interpretamos o quadrado desta função de onda como a probabilidade de encontrarmos o

pêndulo numa determinada posição, vemos que ela reproduz o familiar balançar do pêndulo. Assim, ao olharmos para o pêndulo a balançar, estamos na verdade a observar a localização do pico de probabilidade associado à função de onda total do pêndulo.

É nesta altura que surge o aspecto mais extraordinário. Pode demonstrar-se matematicamente — ou através da simulação computacional — que a frequência com que o pico da função de onda balança para trás e para a frente não é senão a separação de energia entre níveis quânticos vizinhos, expressos como uma frequência (dividindo a energia pela constante de Planck, $h = 6,6261 \times 10^{-34}$ Js). Isto é realmente extraordinário: significa que um pêndulo a balançar é uma imagem directa da incrivelmente diminuta diferença de energia associada à separação entre estados quânticos. Quando estamos a observar um pêndulo a balançar, estamos a perceber directamente a separação de energia entre estados quânticos, e cada período de oscilação do pêndulo é uma manifestação macroscópica daquela pequeníssima quantidade.

Considerarei agora outro aspecto do tempo que mostra a sua peculiaridade intrínseca e nos fornece uma compreensão adicional daquilo que representa. Os químicos interessam-se tanto pela temperatura como pelo tempo. Estão interessados no tempo no sentido em que as reacções químicas decorrem durante um dado período e a velocidade com que os produtos das reacções são formados é de crucial importância para a indústria e para a biologia. Por exemplo, na figura 5 mostra-se um gráfico que indica como a concentração de três substâncias varia com o tempo. Na reacção considerada, a substância A transforma-se na substância B, e esta na substância C. Podemos ver que a concentração de B passa por um máximo num instante parti-

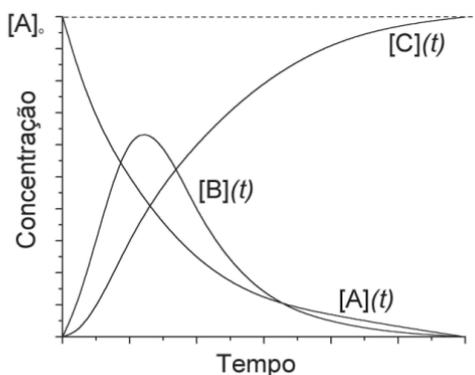


Figura 5 — Curvas de variação da concentração ao longo do tempo relativas a duas reacções consecutivas $A \rightarrow B \rightarrow C$, para o caso em que as velocidades das duas reacções são idênticas

cular, de tal forma que, se estivessemos numa fábrica onde se pretendesse produzir essa substância, poderíamos saber quando a teríamos produzido na sua concentração máxima, procedendo então à sua extracção do vaso de reacção. Se esperássemos mais tempo teríamos um prejuízo, visto que o rendimento do processo decresceria, por a substância útil, B, se ter transformado mais extensamente no produto indesejado, C.

Os químicos interessam-se pela temperatura, em grande parte porque as reacções químicas em geral se dão mais rapidamente a temperaturas mais elevadas. A maioria das reacções químicas tem velocidades que dependem da temperatura de uma forma muito simples, e a mesma lei aplica-se tanto a reacções químicas que ocorrem em tubos de ensaio como àquelas que nos mantêm vivos. Por exemplo, uma das estratégias adoptadas pelo corpo para se defender contra as infecções consiste em aumentar a sua temperatura — chamamos a este efeito *febre* —, porque isto afecta o delicado balanço

entre as velocidades de várias reacções químicas que têm lugar nas bactérias e, em resultado disso, elas morrem.

Porque decidi então falar aqui sobre a temperatura, num contexto em que o assunto em discussão é o tempo? Faça-o porque existem várias analogias muito peculiares entre temperatura e tempo, e gostaria de dedicar algum tempo a este assunto.

O fundamento da analogia entre a temperatura e o tempo é a semelhança entre a equação de Schrödinger, a equação fundamental da mecânica quântica, e a equação para a energia de uma colecção de partículas que resulta da mecânica estatística, o estudo das propriedades térmicas de um conjunto numeroso de partículas. A equação de Schrödinger é a seguinte:

$$H = i \frac{\partial}{\partial t}$$

Tudo aquilo que precisamos saber é que H é uma forma de exprimir a energia e que i é a raiz quadrada de -1 . Voltarei a este ponto mais adiante. A quantidade $\partial\Psi/\partial t$ corresponde à variação da função de onda, Ψ , ao longo do tempo, t . Não precisamos de nos preocupar com os detalhes: apenas com a forma geral da equação, e de notar a presença do número imaginário, i .

Se estivesse a fazer mecânica estatística e quisesse calcular a energia, E , de um sistema constituído por muitas partículas, a uma temperatura T , usaria a seguinte equação:

$$E = k \frac{q}{1/T}$$

onde q representa uma função matemática designada *função de partição* e k é uma constante fundamental conhecida por *constante de Boltzmann*. De novo, tudo aquilo de

que precisamos aqui é de observar a forma geral desta equação, não de conhecer os seus detalhes.

Uma função de onda contém toda a informação dinâmica sobre o sistema; uma função de partição transporta toda a informação termodinâmica sobre o sistema. O ponto crucial é que podemos transformar a equação termodinâmica na equação de Schrödinger fazendo a seguinte substituição:

$$\frac{1}{T} \quad i \frac{k}{\Sigma} t$$

Por outras palavras, a *temperatura* é um *tempo imaginário*. A consequência prática desta identificação é que as equações que têm vindo a ser desenvolvidas para descrever a alteração dos sistemas no tempo podem ser adaptadas para dar conta dos efeitos de alteração da sua temperatura. Mais informalmente, podemos pensar no tempo como sendo complexo, no sentido de possuir uma componente real e outra imaginária, sendo a componente real o tempo «ordinário» e a parte imaginária (a parte proporcional a i) a temperatura. Os matemáticos representam os números complexos com a forma $z = x + iy$ por um ponto num gráfico com o eixo horizontal designado por $\text{re } z = x$ e o eixo vertical por $\text{im } z = y$, de tal modo que podemos representar tempo e temperatura por um ponto num plano representando o tempo complexo $v = t + i(k/\Sigma)(1/T)$, com o tempo real, $\text{re } v = t$, disposto ao longo do eixo horizontal e o tempo imaginário, $\text{im } v = k/\Sigma T$, disposto ao longo do eixo vertical. Assim, em vez de pensarmos em aquecer ou arrefecer objectos, podemos pensar em deslocá-los no plano do tempo complexo.

É aparentemente pouco significativo considerar-se a temperatura como tempo imaginário, mas isso conduz à seguinte questão: a expressão termodinâmica para a energia

é obtida a partir de algumas suposições muito simples — referir-me-ei a elas de seguida — e faz-nos compreender a natureza da temperatura; vimos que ela se parece com a equação de Schrödinger para a evolução de um sistema com o tempo; será então possível obter a equação de Schrödinger de uma forma análoga e alcançar uma compreensão mais profunda do significado do tempo?

Até certo ponto, a resposta é afirmativa, mas não pretendo atribuir ao que acabei de dizer um significado tão fundamental. Isto pode, no entanto, conduzir a algumas ideias. A derivação da equação termodinâmica baseia-se no conceito de *ensemble*, um número infinito de réplicas imaginárias do sistema real. O comportamento deste corresponde, na verdade, ao comportamento médio da totalidade do *ensemble*. Com efeito, assumimos que tudo e cada coisa pode acontecer a cada membro do *ensemble* sujeito a uma série de condições. Uma dessas condições é que cada membro do *ensemble* tenha a mesma temperatura (para os especialistas, estou a referir-me ao *ensemble canónico*). Se agora, por analogia, considerarmos que um sistema dinâmico possui um número infinito de réplicas imaginárias, e que tudo e cada coisa pode acontecer a cada membro do *ensemble* sujeito a um conjunto de condições, então deveremos considerar o comportamento dinâmico real observado do sistema como sendo o comportamento médio do *ensemble* como um todo. Por analogia com o caso termodinâmico, podemos esperar obter qualquer coisa parecida com a equação de Schrödinger se o constrangimento que impusermos for, em vez da temperatura, o tempo. Então, talvez tudo o que esse tempo é seja o parâmetro que todos os membros destas réplicas-sombra do universo possuem em comum. Tal como no caso termodinâmico, talvez não haja regras absolutas de comportamento dinâmico, as quais aparentemente emergem apenas quando

tomamos a média sobre o comportamento dinâmico de todas as réplicas. Em resumo, o tempo surge-nos aqui como um parâmetro que traz uma ordem causal aparente a um universo evolutivo caótico, não governado.

Tentei apresentar neste texto uma perspectiva do tempo de um químico-físico, incluindo algumas analogias extraordinárias que permitem estender o conceito de tempo ao plano complexo e reconhecer que a temperatura pode ser vista como a extensão complexa do tempo. Vimos que o sentido natural de viajar para a frente no tempo é consequência de dois processos fundamentais simples, a tendência natural para a matéria se dispersar e a tendência natural para a energia se dispersar. Estes processos simples são suficientes para dar conta de todas as transformações: são a força impulsionadora essencial da transformação, o motor do universo. A nossa percepção da passagem do tempo não é mais do que uma manifestação da formação e do esvanecimento irreversíveis da memória. Finalmente, procurando analogias entre temperatura e tempo, encontramos uma interpretação profunda da natureza da causalidade, reconhecendo que talvez não haja leis absolutas a funcionar no universo, e que o que percebemos como comportamento causal, sistemático, organizado, é a média estatística de acontecimentos aleatórios interligados pela propriedade comum que percebemos como tempo.

O tempo da química-física

LUÍS G. ARNAUT

Departamento de Química, Universidade de Coimbra
lgarnaut@ci.uc.pt

A química é a ciência que estuda a composição da matéria e as propriedades, interações e transformações dos elementos e dos compostos que a constituem. Neste campo muito vasto da ciência, distingue-se a química-física, como a parte da química que estabelece e desenvolve os princípios usados para explicar e interpretar as observações sobre a composição, as propriedades e as transformações da matéria¹. A transformação dos elementos e compostos envolve necessariamente um critério de mudança e apela ao seu estudo em função da variável tempo. As escalas temporais em que podem ocorrer as transformações químicas são extremamente variadas. Entre as transformações mais lentas, encontram-se os processos geológicos, em que os decaimentos radioactivos de elementos mais pesados em elementos mais leves deixam a marca do tempo nas rochas ou em vestígios dos nossos antepassados. Já a cor-

¹ P. W. Atkins. Ver bibliografia.

rosão de alguns metais pode ocorrer durante o tempo de vida de um ser humano ($80 \text{ anos} \approx 2,5 \times 10^9 \text{ s}$). O tempo de cozedura dos alimentos é também facilmente mensurável por observação visual. O mesmo já não acontece com as transformações que se completam em menos de décimas de segundo, como a precipitação de um sal ou a neutralização de um ácido, pois a vista já não distingue imagens com essa separação temporal. Porém, como veremos mais adiante, há técnicas especiais que permitem resoluções temporais muito mais finas e que permitem estudar transformações extremamente rápidas. Muitas das transformações que só podem ser estudadas com recurso a essas técnicas são de extraordinária relevância para a nossa vida. Por exemplo, tal como Atkins enuncia na sua lição, a percepção de uma imagem é iniciada por um processo ultra-rápido que ocorre quando um raio de luz atinge os nossos olhos e é absorvido por uma molécula chamada retinal. A figura 6 ilustra a escala temporal das transformações químicas que actualmente podemos estudar fazendo uso da tecnologia desenvolvida para esse fim.

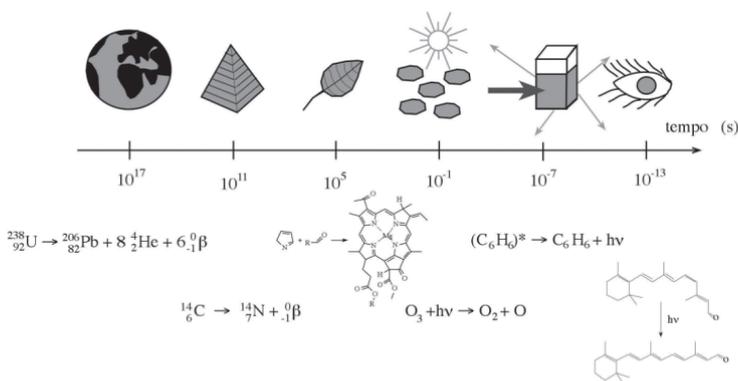


Figura 6 — Gama de transformações dos elementos e compostos que podem ser medidas experimentalmente. (*Adaptado de Cinética Química, de S. J. Formosinho e L. G. Arnaut*)

A descrição quantitativa das transformações dos elementos e compostos requer a definição de uma grandeza que envolva uma medição da quantidade dos elementos ou compostos que se transformam em função da variável tempo. A escolha mais simples consiste no registo do número de espécies que se transformam por unidade de tempo, e que se designa por velocidade de reacção. Por exemplo, no caso do retinal podemos escrever:

$$\text{Velocidade de reacção} = (\text{variação do número de moléculas de retinal})/(\text{unidade de tempo})$$

Os primeiros estudos das velocidades de transformação de compostos químicos parecem remontar a 1850, com Ludwig Wilhelm, que investigou pela primeira vez a velocidade da inversão do açúcar da cana na presença de ácidos, e formulou a lei matemática do progresso de reacções. Poderá parecer estranho que um factor tão óbvio como é o estudo da variável tempo na «afinidade química» não tenha surgido mais cedo. Um dos obstáculos a este desenvolvimento estava na ausência de preparação matemática dos químicos da época.

Os trabalhos precursores de Harcourt e Esson, entre 1864 e 1868, são um modelo de meticulosidade experimental e teórica, que muito contribuíram para o desenvolvimento inicial do estudo da variável tempo nas transformações químicas. Apesar disso, Harcourt refere a sua falta de preparação matemática e a sua incompreensão de muitos dos tratamentos matemáticos dos seus trabalhos científicos, tratamentos esses devidos ao matemático Esson (professor de Geometria em Oxford). Tais desenvolvimentos matemáticos eram suficientemente complexos para não serem completamente entendidos por outros matemáticos seus contemporâneos e, por maioria de razão, pelos quími-

cos da época. Para além das dificuldades matemáticas, estes autores tiveram também de defrontar inúmeras dificuldades conceptuais e técnicas. O estudo das transformações químicas requeria reacções relativamente lentas que pudessem ser iniciadas e paradas rápida e facilmente. As reacções que melhor satisfaziam tais condições experimentais eram bastante complicadas. Apesar de Harcourt reconhecer que tais reacções se não davam num único passo, estava longe de poder reconhecer todas as suas complexidades. Foi a dificuldade em encontrar a simplicidade na observação macroscópica e na correspondente interpretação microscópica que atrasou o desenvolvimento desta área do conhecimento.

Também os trabalhos de Guldberg e Waage, da mesma época, resultaram da associação de um professor de matemática aplicada e de um químico. Guldberg e Waage alcançaram o conceito de equilíbrio químico através das leis de mecânica clássica: haveria duas forças opostas, uma devido aos reagentes, outra aos produtos, que actuavam durante a reacção química e que se poderiam equilibrar. Numa analogia da teoria de gravitação, tais forças seriam proporcionais ao produto das massas das diferentes substâncias. Aliás, duas leis foram estabelecidas: uma relativamente às massas e outra ao efeito do volume, e só posteriormente foram condensadas numa única lei, relativa às concentrações ou «massas activas».

A formulação de leis que explicassem a variação do número de elementos ou compostos com o tempo, as chamadas leis de velocidade de reacção, deu origem ao que actualmente se designa por cinética química. Com um século e meio de existência, uma das grandes tarefas da cinética química continua a ser prever as velocidades das reacções e relacioná-las com a composição da matéria e suas propriedades.

O nosso conhecimento da composição da matéria muito beneficiou com a descoberta dos raios X, em 1895, por Roentgen. Nos anos 1910-1930, os raios X começaram a ser aplicados ao estudo da composição da matéria e, muito pela mão de Linus Pauling, introduziram a escala das distâncias na estrutura das moléculas, proporcionando um primeiro entendimento da natureza da ligação química. De forma análoga, a invenção do maser (em 1954), seguida de perto pela invenção dos lasers (em 1958-1960), rapidamente encontrou uma utilização privilegiada em cinética química. Já em 1949, Norrish e Porter tinham inventado uma técnica de estudo de velocidades rápidas, designada *fotólise por relâmpago*, que fazia uso de flaches de uma lâmpada de alta potência com uma duração de um milissegundo. Para a época era um desenvolvimento extraordinário, pois permitia iniciar o estudo de uma reacção muito mais rapidamente do que pela mistura dos reagentes. A mistura e homogeneização de dois compostos para iniciar uma reacção tem sempre um «tempo morto» de alguns segundos. Uma transformação muito rápida tem tempo de ocorrer completamente neste intervalo de tempo, pelo que não é possível medir a sua velocidade. A invenção da fotólise por relâmpago permitiu detectar compostos que se formavam e consumiam muito rapidamente no curso de uma transformação química, demonstrando que muitas transformações ocorrem através de uma sequência de passos de formação e consumo de intermediários da reacção. A utilização de lasers pulsados em vez de flaches de lâmpadas permitiu reduzir substancialmente a duração do flache de luz que inicia a transformação e aumentar dramaticamente a intensidade dessa luz. Hoje em dia utilizam-se lasers cujo pulso de luz pode ter uma duração de apenas alguns femtosegundos. Para ter a percepção do que é um femtosegundo (10^{-15} do segundo), podemos dizer que

a duração dos pulsos mais curtos dos lasers actuais estão para o segundo na mesma proporção em que uma hora está para toda a idade do universo (dez a vinte mil milhões de anos).

Parece incrível que transformação da matéria possa ocorrer num tempo tão curto. Porém, essa é a escala em que se movimentam os átomos. O movimento relativo dos átomos de uma molécula diatómica pode, numa aproximação elementar, ser comparado com o de duas massas unidas por uma mola elástica. A frequência de vibração ν de uma tal mola depende da sua força de restauro e ocorre para valores bem característicos. As energias a que ocorrem as vibrações das moléculas diatómicas estão compreendidas entre os 300 e os 3000 cm^{-1} (4 a 40 kJ mol^{-1}), pelo que podem ser observadas usando radiação no infravermelho. Estas energias relacionam-se com as frequências de oscilação (ou vibração) respectivas, segundo a equação de Planck

$$E = h\nu$$

onde $h = 6,626 \times 10^{-34}$ J s é a constante de Planck. Assim, é possível calcular que uma ligação entre dois átomos numa molécula executa tipicamente $10^{13} - 10^{14}$ oscilações por segundo, ou seja, em cada 100 a 10 femtosegundos é executada uma vibração. O objectivo último do estudo da variável tempo em química é obter uma sequência de imagens do movimento vibracional de uma ligação química no acto de se quebrar, para descrever completamente o acto mais simples da transformação da matéria. Note-se que no intervalo de tempo de 10 femtosegundos, os átomos de uma molécula diatómica percorrem uma distância relativa de apenas 2×10^{-12} m, ou seja, dois picómetros. Mais uma vez, para dar uma ideia de escala, o picómetro está para o

metro assim como o metro está para a distância entre Saturno e o Sol. Ainda assim, estas distâncias podem ser medidas pelas técnicas de raios X convencionais, que fazem uso de fontes contínuas de raios X. O grande desafio que a química hoje enfrenta no estudo da variável tempo é o desenvolvimento de fontes de raios X pulsadas, em particular que produzam pulsos de femtosegundos. O fabrico de tais raios X pulsados, que é o propósito de muitas equipas científicas que trabalham com sincrotrões e plasmas gerados por lasers, levará à criação de uma nova área da química, a dinâmica estrutural.

A dinâmica estrutural combinará a resolução espacial atômica dos raios X com a resolução temporal de femtosegundos dos lasers. A visualização dos movimentos atômicos na matéria revolucionará a nossa visão de como funciona a natureza. Um resultado possível do conhecimento do movimento dos átomos será a capacidade de o manipular, orientando os átomos sobre determinados caminhos preferenciais e levando-os a formarem novas formas de matéria.

Vimos como a cinética química estuda as viagens dos elementos e compostos entre formas mais ou menos estáveis, ou energéticas, da matéria. É um percurso com paragens em inúmeros intermediários, que correspondem a capítulos da história da transformação dos elementos e compostos. Como explica Atkins na sua lição, o fim da história será a dispersão da matéria e da energia. Mas os 10 a 20 mil milhões de anos que já passaram e os milhares de milhões de anos que hão-de vir estão repletos de fascinantes capítulos de femtosegundos. No insignificante lapso de tempo em que fizemos parte desta viagem, apercebemos já das escalas em que ocorrem os processos de transformação da matéria. No futuro poderemos vir a controlar

esses processos de transformação e determinar grande parte da nossa própria história.

Bibliografia

- ATKINS, P. W., e PAULA, J. de (2001), *Physical Chemistry*, Oxford University Press, 7.^a ed.
- FORMOSINHO, S. J., e ARNAUT, L. G. (2003), *Cinética Química*, Imprensa da Universidade de Coimbra.

Comentários à conferência «A química-física do tempo»

JOSÉ GASPAS MARTINHO

Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa
jgmartinho@ist.utl.pt

A questão do tempo no contexto da química-física foi apresentada por Peter Atkins, de uma forma muito interessante, a partir da segunda lei da termodinâmica. Dirigindo-se a um público de não cientistas, Atkins enunciou a segunda lei da termodinâmica com a frase: *things get worse (as coisas vão piorando)*. Em seguida foi refinando o enunciado, para concluir, baseado em exemplos do dia-a-dia criteriosamente escolhidos, que a segunda lei da termodinâmica fornece um *sentido* para a evolução do universo assente na tendência da matéria e da energia para se espalharem, no que é entendido como desordem. A desordem é em seguida, de uma forma suave, associada à função termodinâmica *entropia*. A introdução do conceito de

entropia permitiu então a Atkins enunciar de uma forma científica a segunda lei da termodinâmica: *a entropia aumenta em cada processo natural*.

Assim, e de acordo com este enunciado, os sistemas isolados (em que não existem trocas de matéria nem de energia através da fronteira) evoluem para um estado de entropia máxima (equilíbrio), em que deixa de haver variação de entropia. Ao espectador atento surge então a questão de saber se o universo evoluirá ou não para um estado de entropia constante e desordem máxima. O orador não se debruçou sobre este assunto, certamente porque a resposta é, ainda hoje, controversa. Basta referir a presença de fortes campos gravíticos no universo para compreender que a extrapolação da segunda lei da termodinâmica para o universo carece de fundamentação científica. Mesmo assim, podemos imaginar que, num sistema tão complexo como o universo, a produção de entropia (variação de entropia com o tempo) pode vir a ser nula, por cancelamento da entropia gerada nos processos onde há aumento da desordem com aqueles onde a ordem aumenta. Para que tal seja possível, é necessário que o universo possa ser dividido em subsistemas que interajam trocando entre si matéria ou energia. Atkins invocou o funcionamento do motor de combustão para explicar como a desordem material e energética gerada pela combustão (aumento de entropia) pode ser utilizada para gerar processos (ordenamento de uma pilha de tijolos) com produção negativa de entropia. O orador terminou esta parte da sua palestra com uma palavra de esperança sobre o futuro, referindo que muitos dos processos ocorrem muito lentamente e que a biosfera evolui por processos que levam à selecção natural das espécies.

A consciência da evolução conduz-nos à noção de tempo. O símbolo da sua passagem é o movimento oscilatório

do pêndulo, cuja percepção é feita através da visão. Peter Atkins aproveitou este facto para nos introduzir no mundo maravilhoso da visão. Começou por explicar como a partir da absorção de um fotão de luz visível pelo cromóforo *cis-retinal*, ligado covalentemente à proteína *opsina*, se gera o sinal químico que depois é transformado, nas células do nervo óptico, num sinal eléctrico que é transmitido ao cérebro. A absorção do fotão induz a isomerização *cis-trans* ultra-rápida do cromóforo (ocorre em cerca de 200 fs, sendo $1\text{fs} = 10^{-15}\text{ s}$), e a energia de excitação electrónica é utilizada para gerar outras formas da proteína, com elevada energia torsional, e que terminam com a quebra da ligação covalente do cromóforo à opsina. É este o processo que inicia a geração do impulso eléctrico na membrana das células do nervo óptico. Atkins explicou, pormenorizadamente, os mecanismos da visão, e aproveitou para chamar a atenção para o facto de muitos dos processos serem regulados pela segunda lei da termodinâmica.

Passado este parêntesis, Peter Atkins voltou ao tema da conferência e à explicação do movimento oscilatório do pêndulo. Aqui, recorrendo a um pêndulo improvisado que fez oscilar, interrogou-se sobre se a nossa percepção do fenómeno correspondia a uma realidade ou era pura ficção. Deste modo preparou o público para um novo assunto, com elevado grau de abstracção — a mecânica quântica —, que fez surgir a partir da dualidade onda-corpúsculo. A partir deste momento, centrou a sua palestra na descrição ondulatória do movimento da bola do pêndulo e da sua localização instantânea. Invocou a necessidade de recorrer à sobreposição de funções de onda para localizar a bola do pêndulo e associou o máximo de amplitude da onda soma à sua localização instantânea. Recorrendo a resultados de simulação, explicou, com base na mecânica quântica, a oscilação do pêndulo de uma forma muito cla-

ra, que foi seguida pela assistência sem dificuldade. Por fim, realçou a singularidade do oscilador harmónico e identificou a percepção da frequência da oscilação do pêndulo com a frequência do fóton envolvido na transição entre níveis de energia quânticos consecutivos.

Na parte final da sua palestra, Peter Atkins ligou o tempo à temperatura, recorrendo, por um lado, à equação de Schrödinger dependente do tempo,

$$\hat{H} = i\hbar \frac{d}{dt} \quad (1)$$

e, por outro, à relação da mecânica estatística entre a energia e a função de partição

$$E = k \frac{d \ln Z}{d(1/T)} \quad (2)$$

Como no caso de a função de onda ser uma função própria do operador hamiltoniano se verifica que

$$\hat{H} \psi = E \psi \quad (3)$$

Peter Atkins igualou os segundos membros das equações 1 e 2, para obter a relação

$$\frac{1}{T} = i \frac{k}{\hbar} t \quad (4)$$

entre a temperatura e o tempo.

Em rigor científico, esta analogia não permite afirmar, tal como o fez Atkins, que *a temperatura é um tempo imaginário!* A justificação de que ambas as energias são médias, uma sobre vários estados de energias ligeiramente

diferentes para um dado tempo t (energia quântica) e a outra sobre diferentes estados com a mesma temperatura, T , do *ensemble* canônico (energia termodinâmica), apenas justifica a forma das equações. Relações entre a mecânica quântica e a termodinâmica dos processos irreversíveis foram já estabelecidas, mas nunca permitiram relacionar a temperatura (grandeza característica de estados de equilíbrio) com o tempo (associado à dinâmica dos processos). No entanto, esta analogia matemática pode ser útil, na medida em que permite usar o formalismo matemático da mecânica quântica para tratar assuntos da termodinâmica dos processos irreversíveis e vice-versa.

Peter Atkins, de uma forma hábil, pegou no problema do tempo para, de uma maneira clara e muitas vezes entusiástica, nos conduzir da termodinâmica clássica à mecânica quântica, passando pela bioquímica e pela espectroscopia. Ao basear a sua palestra na segunda lei da termodinâmica, realçou, tal como Ilya Prigogine na lição que proferiu quando da atribuição do Prémio Nobel da Física, em 1977, a importância desta lei na evolução e fundamentação da ciência moderna.

O tempo em biologia

LEWIS WOLPERT
University College London
l.wolpert@ucl.ac.uk

O tempo desempenha um papel fundamental na biologia, em particular na evolução e no desenvolvimento embrionário. O tempo interpenetra também os nossos genes, e nós, tal como a maioria dos animais, possuímos um relógio circadiano interno que afecta o nosso comportamento.

Evolução

A vida surgiu há cerca de 3 mil milhões de anos, embora não saibamos ainda como. A célula é, neste sentido, o verdadeiro milagre — não no sentido religioso, mas no do fantástico — da evolução. Dispondo da célula, tudo o resto surge com o tempo... No entanto, não se sabe ainda como surgiu a primeira célula.

O tempo é uma característica fundamental da vida, visto que um dos seus aspectos essenciais, a replicação celular, ocorre com o passar do tempo. O processo básico que leva à replicação celular consiste, basicamente, no crescimento e divisão celulares. Ao longo do tempo, todos os componentes da célula crescem e a informação genética contida no seu ADN é duplicada, resultando na divisão celular, na qual uma célula origina duas células filhas. Este processo, conhecido por *ciclo celular*, envolve uma sequência temporal de eventos, nos quais todos os componentes da célula são duplicados e posteriormente distribuídos pelas células filhas no momento da divisão. É um processo cuidadosamente controlado, havendo pontos de controlo, ao longo do ciclo, que asseguram que todas as etapas requeridas são cumpridas.

As células isoladas tiveram muito sucesso, sendo por isso difícil explicar os motivos que levaram ao aparecimento dos organismos multicelulares. Não podemos ter a certeza, mas existe um modelo que propõe que uma mutação num organismo unicelular resultou na impossibilidade de as suas células filhas se separarem após a divisão celular. Uma colónia de células fracamente agregadas poderia então ter surgido e, ocasionalmente, ter-se fragmentado. O acontecimento-chave pode ter-se dado quando os nutrientes se tornaram escassos e as células isoladas não foram capazes de sobreviver, enquanto nos agregados celulares a morte de algumas das células forneceu os nutrientes necessários à sobrevivência das restantes. Após mutações subsequentes, uma célula pode ter sido escolhida para não morrer e ser alimentada pelas outras — o que constitui a origem do ovo. Outro acontecimento fundamental terá sido a restrição da divisão celular em células da colónia, de tal forma que o ovo pudesse dar origem a uma nova colónia, por divisão celular. É sur-

preendente que ainda hoje as células germinais da esponja cresçam alimentando-se das suas vizinhas, um comportamento que se pode, pois, reportar há milhões de anos atrás.

De facto, faz parte da natureza da evolução que no desenvolvimento embriónico permaneçam marcas da nossa ancestralidade longínqua. Ernst Haeckel, em 1868, propôs mesmo que a ontogenia (o desenvolvimento do indivíduo) recapitularia a filogenia (o desenvolvimento da espécie), o que significa que os estágios de desenvolvimento embriónico se assemelhariam aos animais adultos a partir dos quais evoluímos. Por exemplo, todos os vertebrados, incluindo os seres humanos, passam por um estágio embrionário no qual existem estruturas semelhantes às guelras dos peixes. Nós evoluímos de animais semelhantes a peixes. No entanto, essas estruturas não são realmente guelras, mas antes estruturas semelhantes a guelras, a partir das quais as guelras se desenvolveram e que, ao longo da evolução, se modificaram para darem origem a toda uma panóplia de outras estruturas, tais como os ossos do maxilar inferior ou do ouvido médio. São os estágios embriónicos, não os adultos, que são recapitulados, visto que os primeiros foram sendo modificados para poderem dar origem a novas estruturas. Este facto é particularmente claro no caso da gastrulação, o processo pelo qual o embrião realiza uma série de movimentos que levam à formação do intestino e que fazem com que as células externas do embrião, que darão origem a órgãos internos como, por exemplo, os músculos, se desloquem para o interior. Todos os embriões animais passam pela fase da gastrulação, e subsistem ainda actualmente semelhanças neste processo, no caso dos embriões humanos, com os que ocorriam nos nossos antepassados longínquos.

Desenvolvimento

No desenvolvimento embrionário existe uma sequência estrita de eventos envolvendo comportamentos celulares específicos. O que é que determina esta sequência? Existe algum «relógio» biológico que controla estas acções? Não é nada simples responder a estas perguntas. Algumas das sequências são simplesmente como uma sequência de reacções químicas, cada evento fazendo terminar o anterior. Outra imagem deste tipo de sequências é a de uma fila de peças de dominó que vão sendo derrubadas sucessivamente umas pelas outras após o derrube inicial da primeira peça da fila. Não são peças de dominó, mas genes e proteínas que determinam a temporização da maioria dos eventos biológicos. A essência do desenvolvimento embrionário é o comportamento celular, e o comportamento das células é condicionado em grande parte pelas proteínas que estas possuem. O tipo de proteínas que uma dada célula possui é, por sua vez, determinado pelos genes que nela se encontram activados, isto é, disponíveis para serem transcritos. Os genes são, em comparação com as proteínas, unidades passivas e bastante aborrecidas, visto que não fazem nada para além de armazenar o código necessário para a montagem da sequência de aminoácidos que constituem as proteínas e os códigos de controlo que determinam onde e quando o gene deve ser activado para que a proteína que codifica possa ser efectivamente produzida. As proteínas são os feiticeiros das células e determinam o seu modo de funcionamento. O desenvolvimento celular envolve uma rede complexa de interacções entre genes e proteínas.

Um bom exemplo da importância do tempo para o desenvolvimento é a activação de um novo gene no início da embriogénese de rã, *Xenopus*, um organismo muitas vezes utilizado como modelo pelos biólogos. O ovo destes

animais é de grandes dimensões, possui uma grande gema e contém grandes quantidades de proteínas e de ARN mensageiro, fabricados no organismo da mãe durante o período de desenvolvimento do ovo, e que são usados como base para o fabrico das proteínas codificadas no seu ADN. O ovo divide-se doze vezes, originando 4096 células muito mais pequenas, antes de qualquer novo gene se expressar e de qualquer novo ARN mensageiro ser sintetizado. A alteração ocorre cerca de seis horas após a fertilização e relaciona-se com a quantidade de ADN presente no citoplasma celular. Assim, se a molécula repressora se liga ao ADN e está presente desde o momento da fertilização, então, após cada divisão, a quantidade total de ADN aumenta e, em cada célula, a concentração do repressor diminui até que, abaixo de um determinado valor, os novos genes são activados.

Outro exemplo é a capacidade para indução da mesoderme no embrião *Xenopus*. A mesoderme, que origina durante a gastrulação órgãos internos como os músculos ou os ossos, é especificada num local do embrião por um tecido adjacente que lhe fornece um sinal indutor. As células receptoras do sinal são capazes de responder ao estímulo por um período de cerca de seis horas, e o sinal deve ser fornecido durante duas horas — não importa exactamente quando, desde que ocorra durante o tempo de competência das células para responder ao sinal. O mecanismo subjacente ao período de competência não é conhecido, mas constitui um processo básico do desenvolvimento embrionário.

Existem dois sistemas de desenvolvimento onde se pensa que o tempo é o mecanismo essencial envolvido no aparecimento de padrões espaciais de diferenciação celular. O primeiro é a formação dos sómitos. Os sómitos são uma série de blocos de tecido que se desenvolvem sequencial-

mente ao longo do eixo anteroposterior dos embriões dos vertebrados. Estes blocos formam-se em sequência a cada 90 minutos. Os sómitos dão origem à derme, vértebras, costelas e músculos esqueléticos das costas. A questão é como são especificados estes blocos segmentados. As células que dão origem aos sómitos possuem um relógio interno tal que certos genes se expressam em ciclos de 90 minutos. É esta oscilação periódica na expressão dos genes que origina a sequência de sómitos através de mecanismos que não foram ainda compreendidos. Um modelo sugere que a oscilação especifica uma onda sinusoidal que determina as fronteiras dos sómitos. É também possível que o tempo esteja envolvido na activação de um conjunto de genes — os genes Hox — que conferem às células do eixo anteroposterior do embrião a sua identidade posicional e, assim, determinam como elas se devem desenvolver. As situadas na parte dianteira formam, por exemplo, as vértebras cervicais, enquanto as mais posteriores originam as vértebras lombares, com costelas. Para isto poder ocorrer, as células têm de saber quantos ciclos de activação dos genes já tiveram lugar: as células localizadas mais à frente sentiram apenas alguns ciclos, enquanto as localizadas mais atrás sentiram muitos.

O segundo sistema é o desenvolvimento dos membros dos vertebrados. O desenvolvimento dos membros dos vertebrados pode ser descrito em termos de uma diferenciação do seu esboço inicial ao longo de três eixos num sistema cartesiano. Neste caso, consideramos o eixo próximo-distal que vai do corpo às pontas dos dedos. De que maneira, à medida que o esboço inicial do membro se desenvolve, são especificados pela ordem correcta, por exemplo, o úmero, depois o rádio e o cúbito, os ossos do pulso e, finalmente, as falanges, que darão origem a um membro superior completo? Para explicar essa diferencia-

ção, propusemos um mecanismo temporal em que um grupo especial de células localizado na ponta do esboço, na região designada por *zona de progresso* (que é especificada pela zona da ectoderme que se lhe encontra sobreposta, designada *crista ectodérmica apical*), desempenha um papel crucial. As células na zona de progresso vão-se multiplicando e, visto que esta região do embrião possui dimensões fixas, as células vão-na abandonando continuamente à medida que o membro se vai desenvolvendo. Propusemos que estas células são capazes de saber o tempo que passam na zona de progresso e que é isso que lhes indica a sua posição no membro e como se deverão desenvolver. As células que darão origem ao úmero abandonam mais cedo a zona de progresso, enquanto as que originarão os dedos permanecerão lá mais tempo. As evidências que suportam este modelo não são muito fortes, e ele tem sido criticado por aqueles que crêem que os padrões básicos estão presentes no esboço desde o início. Contudo, em defesa do modelo temporal podem referir-se os resultados de experiências em que se destroem células situadas na zona de progresso, numa fase inicial de desenvolvimento do esboço. Esta destruição de células leva a que apenas algumas células normais abandonem a zona de progresso nos estágios iniciais do desenvolvimento, tendo-se verificado que, nestas condições, tanto o úmero como o rádio e o cúbito não se formam. Contudo, como a zona de progresso é reconstruída, observa-se uma evolução normal em estágios mais avançados do desenvolvimento do esboço e as estruturas distais (pulso e dedos) surgem relativamente normais. Estes resultados podem ser importantes também para a compreensão do modo como a talidomida provoca anormalidades na formação dos membros.

Foram já identificados genes que controlam o tempo no processo de desenvolvimento na minhoca nemátodo

Caenorhabditis Elegans. Estes genes controlam o tempo de formação da larva, provavelmente através do controlo da concentração de alguma substância que decresce com o tempo

É uma característica do desenvolvimento embrionário o facto de as estruturas serem especificadas quando são ainda muito pequenas, raramente com mais de cem células em qualquer direcção, e é só mais tarde, com o passar do tempo, que elas atingem a forma adulta. As diferentes estruturas têm os seus próprios programas de crescimento, que podem ser influenciados por hormonas. O braço humano, por exemplo, quando se forma possui menos de um centímetro de comprimento e depois cresce durante cerca de 15 anos até atingir a forma adulta. E deve salientar-se que, apesar de não haver qualquer ligação entre os dois braços durante todo esse período, eles se desenvolvem simultaneamente e atingem praticamente o mesmo comprimento. Durante todos os anos necessários ao seu desenvolvimento integral, o crescimento dos braços fica a dever-se à proliferação das células e secreção da matriz óssea. Como é bem conhecido, nos seres humanos dá-se uma explosão no crescimento pela altura da adolescência, à volta dos 12 anos de idade — mais cedo nas raparigas que nos rapazes. As hormonas estão envolvidas na definição deste tempo, mas o seu mecanismo de acção não é conhecido.

Depois do crescimento vêm a idade adulta e a senescência, onde o tempo é de novo tudo. Animais diferentes envelhecem de forma diferente — um rato torna-se velho no tempo necessário ao nascimento de um elefante, isto é, 21 meses. Poucos animais selvagens atingem uma idade em que os sinais do envelhecimento são evidentes, porque em geral morrem devido a outras causas. Por exemplo, 90% dos ratos selvagens morrem durante o seu primeiro ano de vida. Mas é claro que o envelhecimento faz parte do ciclo

biológico normal. A sua base genética é mais bem compreendida em termos da teoria do corpo dispensável. Esta teoria sugere que os animais evoluem de forma a otimizar a disponibilização ao organismo dos meios necessários para prevenir que ele envelheça antes da reprodução. Consumada a reprodução, a evolução deixa de actuar.

Mas quais as causas do envelhecimento? Em princípio, apenas o desgaste e a destruição estão envolvidos. Alguns elefantes morrem de velhos apenas porque perderam os dentes. No entanto, parece existir algum mecanismo geral que leva ao envelhecimento. Quando no laboratório são mantidos ratos em condições agradáveis, mas com um suprimento alimentar reduzido a metade do normal, eles vivem cerca de 40-50% mais que os seus vizinhos bem alimentados. O rato mais velho submetido ao regime alimentar rico em calorias viveu cerca de mil dias, mas alguns ratos submetidos ao regime alimentar restrito atingiram os 1500 dias de vida. Os regimes alimentares têm de incluir vitaminas e sais minerais, mas não importa se as calorias fornecidas provêm de açúcares, proteínas ou gorduras. Um baixo regime calórico elimina a maior parte das doenças mais comuns nos animais idosos, como o cancro, a tensão sanguínea elevada e a deterioração das funções cerebrais. Nos ratos fêmea, a idade a partir da qual ocorre a perda das capacidades reprodutivas passa dos 18 para os 30 meses. Por outro lado, se o regime alimentar restrito é retirado e os animais são expostos ao regime alimentar normal, o processo de envelhecimento parece ser então, curiosamente, efectivamente acelerado.

A minhoca *C. Elegans* tornou-se um dos modelos favoritos dos biólogos do desenvolvimento. Tem um número fixo de células — exactamente 973 —, e esta foi uma das razões que levaram Sydney Brenner, recentemente galar-

doado com o Prémio Nobel, a escolhê-la como objecto de estudo. Um exemplo extremo de um aumento do tempo de vida foi observado para o nemátodo que tem cerca de metade do número de genes que nós temos e normalmente só vive cerca de 25 dias. Se as minhocas forem colocadas sob condições de limitação de alimento e sobrepopulação, então, em vez de se tornarem minhocas adultas passando por diversos estados larvais, transformam-se num tipo alternativo de larva, conhecida como larva *dauer*. Estas larvas nem se alimentam nem se reproduzem, mas, se as condições melhorarem, transformam-se em adultos e podem reproduzir-se. As larvas *dauer*, com as suas entediantes vidas, podem, contudo, viver mais de 60 dias, isto é, mais do dobro de tempo das minhocas normais.

Porque podem as larvas *dauer* e os ratos subnutridos viver durante tanto tempo? A chave para esta pergunta reside, muito provavelmente, no oxigénio e nos radicais livres. O oxigénio é necessário às células para a produção de energia a partir de moléculas derivadas dos alimentos. Esta produção de energia é essencial à vida e ocorre numa pequena estrutura da célula chamada mitocôndria. Os radicais livres, que são moléculas extremamente reactivas, são um produto natural deste processo. Os radicais livres podem danificar as mitocôndrias, levando a uma menor capacidade da célula para produzir energia, o que é uma das características do envelhecimento. Estes danos provocados nas mitocôndrias conduzem à libertação de mais radicais livres, estabelecendo-se assim um processo autoalimentado que torna as coisas cada vez piores à medida que cada vez menos energia é produzida.

As minhocas vivem apenas cerca de 20 dias. Se o sistema reprodutivo destas minhocas for removido, passam a viver quatro vezes mais tempo. Com manipulações genéticas suplementares foi possível criar animais que viveram

mais de 120 dias, isto é, seis vezes mais que o tempo normal de vida das minhocas. Em termos humanos, isto é o equivalente a viver-se cerca de 500 anos!

Há algumas indicações no sentido de que nós, seres humanos, poderíamos também retardar o envelhecimento reduzindo o número de calorias que ingerimos. Na ilha japonesa de Okinawa, existem significativamente mais centenários que em qualquer outra ilha japonesa. As mortes por AVC, doenças de coração e cancro são apenas cerca de dois terços das observadas no Japão como um todo e a taxa de mortalidade para indivíduos com 60 anos de idade é metade da média nacional. É pouco provável que seja apenas uma coincidência que a ingestão média de alimentos dos adultos na ilha de Okinawa seja, por razões culturais, 20 por cento inferior à média japonesa, e que as crianças em idade escolar comam menos de dois terços das quantidades recomendadas no Japão.

Relógios biológicos

Sempre fiquei intrigado com o que determina o tempo que necessitamos de dormir. Sempre dormi muito, e sempre acreditei que precisava de o fazer. Também me foi sempre muito difícil fazê-lo quando sujeito ao stresse, em especial quando afectado por *jet-lag*. Não é claro que o tempo esteja inserido no nossos genes, apesar de se encontrarem relógios biológicos em todas as formas de vida, das bactérias e minhocas aos seres humanos. Vivemos num mundo com dias e noites e tivemos de nos adaptar a ele. Em média, passamos 20 anos das nossas vidas a dormir.

Este assunto e o tema dos relógios biológicos em geral estão bem descritos num livro recente, *Rhythms of Life*, de Russel Foster e Leon Kreitzman. Houve um avanço signi-

ficativo na compreensão da natureza molecular dos relógios biológicos em resultado da descoberta do gene PER da *Drosophila*, pelo estudo de mutantes nos quais o tempo necessário para emergência da mosca do casulo era distinto do requerido pelas moscas normais. Verificou-se que a proteína PER nas moscas adultas possui um ciclo circadiano de 24 horas, em que a concentração da proteína atinge um valor máximo cerca das 8 horas da manhã e se torna quase indetectável a meio do dia. O ARN mensageiro associado a esta proteína atinge um máximo de concentração cerca de quatro a seis horas mais cedo que a proteína. As mutações introduzidas na PER alteram estes ritmos. Por exemplo, uma mutação levou a um avanço no ciclo de quase cinco horas, enquanto outra conduziu a um igual atraso.

Um modelo antigo simples para explicar este processo baseava-se na ideia de que a proteína PER participava num ciclo de auto-regulação (por realimentação negativa), que inibia a sua própria síntese. As proteínas são sintetizadas no citoplasma celular, isto é, fora do núcleo que contém o ADN que as codifica. No núcleo, o código da proteína é transcrito do ADN para outro ácido nucleico, o ARN mensageiro, que abandona posteriormente o núcleo e, no citoplasma, participa na síntese da proteína. Neste modelo antigo, a ideia-chave era que a própria proteína PER penetrava no núcleo celular e, em concentrações elevadas, inibia a síntese do ARN mensageiro que lhe está associado e, dessa forma, a sua própria síntese. Então a concentração da proteína reduzir-se-ia ao longo do tempo, até atingir um nível tal que induziria a reactivação do gene ligado à sua produção. O processo de síntese era retomado e seria iniciado um novo ciclo.

Este modelo simples é a base do relógio biológico da mosca, mas o relógio real é bastante mais complexo, para que possa ser simultaneamente mais estável e preciso, es-

tando outras proteínas também envolvidas no processo, para além da PER. Existem proteínas relacionadas com a proteína PER no rato cuja concentração oscila em períodos de 24 horas. Nos mamíferos, o relógio está associado ao ciclo diário luz/escurecimento por meio de receptores específicos de luz presentes na retina. Os olhos estão ligados ao relógio biológico dos mamíferos através do cérebro (núcleo supraquiasmático), que envia uma variedade de sinais para as diferentes partes do corpo e assim estabelece, por exemplo, os ciclos dormir/acordar.

Apesar de os diferentes organismos usarem um mecanismo de auto-regulação controlado por realimentação negativa, os pormenores são distintos em cada caso. Por exemplo, no peixe-zebra, os órgãos não neuronais têm um ritmo circadiano que continua a funcionar mesmo quando o órgão é removido do peixe e colocado em cultura. Esse ritmo pode ser alterado usando diferentes tempos de exposição dos órgãos em cultura à luz.

Poderão aqueles que atravessam diferentes fusos horários vencer o seu *jet-lag* ingerindo melatonina? Existem estudos recentes que afirmam que sim, para gáudio daqueles que, como eu, sentem frequentemente o desconforto desta circunstância. A melatonina é secretada pela glândula pineal (epífise), no cérebro, durante os períodos de escurecimento, e acerta o relógio principal do nosso corpo, que também está localizado no cérebro e controla o nosso ritmo circadiano diário. Esta região do cérebro possui cerca de 50 mil células nervosas e os seus genes são activados e desactivados de um modo complexo de forma a permitir medir o tempo. Este relógio pode também controlar a temperatura corporal, que é um grau mais alta durante a noite que durante o dia (após uma noite bem dormida).

Apesar de os nossos relógios funcionarem com ciclos de 24 horas, eles podem afectar o nosso comportamento de

distintas maneiras. Alguns de nós — não eu... — estão alerta e activos de manhã muito cedo, enquanto outros funcionam melhor de noite e se deitam normalmente muito tarde. O historiador Roy Porter escreveu mais de cem livros durante a sua vida. Quando lhe perguntei como conseguia fazer isso, disse-me que acordava muito cedo e começava a escrever por volta das 5 da madrugada. Quando lhe perguntei durante quanto tempo escrevia, ficou admirado com a pergunta — certamente durante a maior parte do dia. Ter-lhe-ão os seus genes fornecido um relógio especial?

Sabe-se que os mais idosos produzem menos melatonina e por isso o seu sono está mais sujeito a perturbações. Mas, se sofrerem uma exposição forte à luz durante o dia, a produção de melatonina aumenta significativamente durante a noite e dormem muito bem. Uma perturbação grave do sono relacionada com a idade avançada pode ocorrer com a doença de Alzheimer, visto que, nestes casos, se podem perder células nervosas da região cerebral associada ao relógio biológico e os ciclos noite/dia dos indivíduos afectados podem estar desfasados de várias horas. Tornam-se então activos enquanto quem cuida deles quer dormir. De novo, a exposição forte à luz durante o dia pode ajudar. Os pacientes com depressão sazonal afectiva têm também padrões de sono perturbados e este estado pode igualmente ser tratado com luz. Muitos trabalhadores têm empregos que contrariam o seu relógio biológico natural — o trabalho nocturno é o exemplo óbvio. O seu sono pode ser gravemente afectado.

Uma das mais interessantes conclusões acerca dos nossos relógios biológicos é que os médicos têm em geral ignorado os períodos típicos de aparecimento de algumas doenças particulares e, como tal, também têm ignorado qual a melhor ocasião para fornecer os medicamentos e o trata-

mento. A grande incidência de sintomas de asma ocorre cerca das 4 da madrugada e é esta a melhor altura para efectuar os tratamentos. O risco de ataque cardíaco e AVC é cerca de 40 por cento maior entre as 6 da manhã e o meio-dia. Visto que tais doenças estão associadas a uma tensão arterial elevada, parece boa ideia tomar a medicação para a reduzir durante a manhã. Outro exemplo é a artrite reumatóide, que é caracterizada por uma maior sintomatologia durante a manhã, enquanto os sintomas da osteoartrite são piores à tarde e à noite. Esta diferença diária da ocorrência da fase aguda deveria determinar a ocasião em que seria conveniente proceder ao correspondente tratamento. A gota é mais frequente logo após a meia-noite. Até mesmo no caso do cancro existem sinais que usados na escolha correcta da altura da tomada dos medicamentos destinados a combater a doença podem tornar o tratamento mais eficaz. É um pouco desconcertante constatar também que a morte tem maior probabilidade de ocorrer entre as 8 e as 10 da manhã.

Bibliografia

- FOSTER, R., e KRETZMAN, L. (2004), *Rhythms of Life*, Profile Books.
WOLPERT, L., BEDDINGTON, R., JESSEL, T., LAWRENCE, I., MEYEROWITZ, E., e SMITH, J. (2002), *Principles of Development*, OUP.

O tempo e a filosofia

DESIDÉRIO MURCHO
King's College de Londres
desiderio.murcho@kcl.ac.uk

Apresentam-se nestas páginas três problemas filosóficos sobre a natureza do tempo, que se podem formular com três perguntas: será o tempo real ou ilusório?; como persistem os particulares no tempo?; o tempo é relativo ou absoluto? Antes, porém, esclarecem-se brevemente algumas questões relativas à natureza da filosofia e da metafísica.

Pensa-se por vezes que se deve abandonar o pensamento filosófico enquanto não houver métodos científicos apropriados para investigar tais temas. Há nesta perspectiva dois aspectos que merecem reflexão. Em primeiro lugar, trata-se de uma ideia filosófica e não científica. Isto é, não se poderá provar num laboratório, ou através de um cálculo matemático, que devemos abandonar o pensamento filosófico. A filosofia é irrecusável, porque mesmo

para a recusar é necessário argumentar filosoficamente, o que é auto-refutante. Compare-se com a recusa da astrologia, que não exige que se argumente astrologicamente; e imagine-se quão ridículo seria um argumento contra a astrologia baseado num mapa astral. Pode-se recusar a reflexão filosófica sobre temas particulares, com argumentos filosóficos particulares que mostrem que tais temas não são susceptíveis de reflexão séria, mas não se pode recusar a filosofia em bloco sem usar argumentos filosóficos, o que acarreta uma contradição óbvia. A filosofia é apenas o exercício da capacidade para o pensamento crítico sobre qualquer tema susceptível de ser pensado sistematicamente, mas não susceptível de tratamento científico. E saber que temas são susceptíveis de ser pensados sistematicamente já é um problema filosófico.

Em segundo lugar, esta ideia denuncia a incapacidade de compreender a natureza da própria ciência. A ideia falsa é que a ciência é um conjunto de resultados que devemos dominar para depois completar. A realidade, contudo, é muito diferente. São as perguntas, muitas vezes filosóficas, que pressionam o aparecimento de métodos de resposta — não são os métodos de resposta que determinam tudo o que há para perguntar (apesar de os métodos de resposta nos permitirem descobrir novas perguntas e novos tipos de perguntas). Argumentar que uma dada pergunta deve ser abandonada só porque não temos de momento qualquer método para lhe responder taxativamente é o primeiro passo para o obscurantismo (e é surpreendente ver hoje cientistas a usar o argumento que no passado os poderes eclesiásticos usaram contra eles). Se este tipo de obscurantismo tivesse prevalecido, não existiria ciência, pois os métodos científicos de resposta foram estimulados pelas perguntas filosóficas mais importantes, que o obscurantista quer silenciar. Um exemplo particularmente nítido é a pergunta dos filósofos pré-

-socráticos pela natureza última das coisas, que motivou métodos científicos que permitiram descobrir a existência de moléculas, átomos, electrões e *quarks*. Declarar tontos os filósofos pré-socráticos porque faziam a pergunta sem ter métodos experimentais adequados é não compreender que, sem essa pergunta, nunca os métodos para lhe responder teriam sido concebidos.

O reverso da medalha do cientismo é a aplicação acrítica de métodos filosóficos ou falsamente filosóficos a campos de estudo inapropriados. Alguém que se ponha a dissertar filosoficamente sobre a natureza dos electrões, da consciência ou dos genes sem ter em consideração o conhecimento científico relevante sobre esses campos de estudo não pode ser levado a sério. Mas daqui, e da reflexão precedente, não se pode inferir que a filosofia é apenas um preâmbulo da ciência. Por um lado, muitos problemas da filosofia não parecem susceptíveis de um tratamento experimental ou matemático, por maiores desenvolvimentos que a ciência empírica e a matemática possam sofrer. É o que acontece com os problemas mais centrais da teoria do conhecimento, da metafísica e da ética, por exemplo. Por outro lado, mesmo naquelas áreas em que as ciências, empíricas ou formais, apresentam resultados importantes, subsistem vários problemas filosóficos em aberto. É o que acontece no caso do tempo.

Santo Agostinho (354-430) afirmou que, se ninguém lhe perguntar, sabe o que é o tempo, mas fica sem saber explicar-se se lho perguntarem. Referir este comentário é um daqueles lugares-comuns que George Orwell (1903-50) nos incita a nunca repetir, porque significam em geral que não se está a pensar. Efectivamente, nada há de especial em relação ao tempo, neste aspecto, ao contrário do que o comentário de Santo Agostinho pode fazer pensar. Em relação a muitas noções centrais estamos na situação de sabermos usá-las correctamente sem todavia sabermos

articulá-las e explicá-las de forma sistemática e explícita. É o que acontece com as noções de tempo, espaço, bem, verdade, conhecimento, existência ou arte, entre muitas outras. Compreender estas noções de forma explícita, articulada e sistemática é uma das tarefas centrais da filosofia. Mas não se deve pensar que a ausência de compreensão explícita revela a ausência total de compreensão.

Os problemas filosóficos sobre o tempo pertencem às disciplinas da metafísica e da filosofia da física. A metafísica é a disciplina filosófica que estuda a natureza última da realidade, sendo a ontologia (que estuda que categorias de coisas há) uma província sua. Infelizmente, a palavra «metafísica» foi muito maltratada no século XX pelos positivistas lógicos, que usavam o termo mais ou menos como sinónimo de pseudociência ou misticismo; mas a metafísica não é nada disso. Entre os problemas estudados pela metafísica contam-se a natureza do tempo, de que nos ocuparemos aqui, a natureza dos universais (qual é a natureza da brancura, aquilo que as coisas brancas têm em comum?), a natureza da modalidade (o que faz uma afirmação como «a água é H₂O» ser necessária?), a natureza da substância (qual é a natureza do que pode ter propriedades, mas não pode ser propriedade de coisa alguma?), a natureza da causalidade, etc.¹ A metafísica contrasta com

¹ Duas boas introduções à metafísica contemporânea, com capítulos sobre o tempo, são as seguintes: *Metaphysics: A Contemporary Introduction*, de Michael J. Loux (Londres, Routledge, 2001), e *A Survey of Metaphysics*, de Jonathan Lowe (Oxford, Oxford University Press, 2002). Das muitas antologias dedicadas à metafísica contemporânea destaca-se *Metaphysics: Contemporary Readings*, org. Steven D. Hales (Belmont, Califórnia, Wadsworth, 1999). Uma resposta cabal ao cepticismo positivista e kantiano quanto à possibilidade da metafísica encontra-se em *The Possibility of Metaphysics: Substance, Identity, and Time*, de Jonathan Lowe (Oxford, Clarendon Press, 1998).

a epistemologia (teoria do conhecimento), que estuda a natureza do conhecimento, e com a lógica, que estuda a inferência válida. Estas são as três disciplinas centrais da filosofia no sentido em que todas as outras abordam problemas epistemológicos, metafísicos ou lógicos em áreas delimitadas.

Tempo e ilusão

O debate moderno sobre a realidade do tempo tem origem nos argumentos defendidos por J. M. E. McTaggart (1866-1925) num famoso ensaio publicado em 1908². McTaggart defendeu que o tempo é uma ilusão. Para se compreender o seu argumento é necessário distinguir duas formas diferentes de localizar acontecimentos no tempo, a que McTaggart chamou «séries A» e «séries B». Esta terminologia não é esclarecedora, pelo que chamaremos «flexionadas» às primeiras e «não flexionadas» às segundas (poderíamos igualmente chamar-lhes «dinâmicas» e «estáticas», respectivamente). Compreende-se a diferença contrastando duas formas diferentes de falar do tempo. Afirmer «hoje está a chover em Londres, mas ontem esteve calor» envolve o uso de verbos com flexões temporais («está» e «esteve»). Mas afirmar algo como «chove em Londres em 29 de Julho de 2004, mas faz calor em 28 de Julho de 2004» não envolve o uso de verbos com flexões

² «The Unreality of Time», reimpresso na colectânea organizada por Robin Le Poidevin e Murray McBeath, *The Philosophy of Time* (Oxford, Oxford University Press, 1993). Michael Dummett defendeu as ideias de McTaggart no ensaio «A Defence of McTaggart's Proof of the Unreality of Time», reimpresso no seu livro *Truth and Other Enigmas* (Londres, Duckworth, 1978).

temporais — pois «chove», neste contexto, é intemporal, como o «é» na expressão «a raiz quadrada de 16 é 4». (Claro que podemos igualmente dizer «Chovia em Londres em 29 de Julho de 2004», caso em que o verbo «chover» surge igualmente com flexão temporal.)

Podemos, pois, localizar acontecimentos no tempo de duas formas diferentes. A primeira envolve o uso de termos como «passado», «presente», «futuro» ou «ontem», «hoje», «amanhã» ou ainda verbos com flexões verbais que apontam para o passado, o presente ou o futuro. Esta forma de localizar acontecimentos no tempo chama-se flexionada precisamente porque usa flexões temporais. A segunda forma de localizar acontecimentos no tempo não envolve flexões verbais, e recorre a datas ou a termos como «antes», «depois» e «simultaneamente» para localizar acontecimentos no tempo.

O primeiro passo do argumento de McTaggart é a defesa de que o tempo envolve intrinsecamente a mudança. Esta ideia é bastante plausível. O tempo, poderíamos dizer, não se manifesta numa série discreta de momentos atemporais (como acontece nas fitas dos filmes, que são séries de fotografias temporalmente inertes), mas antes na mudança contínua e irreduzível a uma série de momentos atemporais.

O segundo passo do argumento é que só as formas flexionadas de referência ao tempo permitem exprimir adequadamente a mudança. Esta ideia é também plausível, mas é objecto de disputa. A ideia é que as formas não flexionadas de expressão, usando datas, por exemplo, ou termos como «antes», «depois» ou «simultaneamente», podem localizar acontecimentos no tempo, mas não podem exprimir a ideia de que esses acontecimentos «fluem» no tempo. Assim, dizer «chove em Londres no dia 29 de Julho de 2004» não dá conta do processo de chover, ao

passo que «está a chover em Londres» dá conta do processo de chover.

O terceiro passo do argumento é que as formas flexionadas de referir os acontecimentos no tempo implicam contradições, pelo que não podemos pensar que descrevem a realidade — limitam-se a descrever uma certa aparência enganadora da realidade. Esta é talvez a ideia menos plausível do argumento, mas não é obviamente falsa. A ideia é que, se levarmos as formas flexionadas de expressão a sério, devemos aceitar que exprimem verdadeiras propriedades dos acontecimentos. Assim, qualquer acontecimento tem três propriedades temporais: ocorrerá, ocorre e ocorreu. Mas um acontecimento como o assassinato de Kennedy, por exemplo, não pode ter as três propriedades: não pode ser um acontecimento futuro, presente e passado — pois, se Kennedy foi assassinado hoje, não poderá ser assassinado amanhã nem pode tê-lo sido ontem, e se foi assassinado ontem não poderá ser assassinado hoje nem amanhã. Logo, o tempo é em si irreal: uma mera ilusão.

A objecção óbvia a este terceiro passo é dizer que se trata de uma confusão. Um mesmo acontecimento é presente, passado e futuro — mas não ao mesmo tempo, pelo que não há qualquer contradição. Um acontecimento como o assassinato de Kennedy, por exemplo, é passado agora, foi futuro antes de acontecer e foi presente quando aconteceu. Mas McTaggart tem uma resposta igualmente óbvia a esta objecção: é verdade que o assassinato de Kennedy não é presente e futuro; mas não é menos verdade que *foi* presente e *foi* futuro, o que é mais uma vez uma contradição. A resposta a este argumento, por sua vez, é dizer algo como «o assassinato é futuro numa data e presente noutra data diferente». Mas esta resposta dá razão a McTaggart, pois abandona o tempo flexionado, ao mencionar datas para localizar o assassinato.

Resumindo, o argumento de McTaggart pode ser formulado do seguinte modo:

1. O tempo envolve mudança.
2. Só as formas flexionadas de expressão podem exprimir a mudança.
3. Mas as formas flexionadas de expressão envolvem contradições.

Logo, o tempo é irreal.

Os filósofos actuais dividem-se entre os que defendem teorias flexionadas e os que defendem teorias não flexionadas. Os primeiros aceitam a premissa 2, mas recusam 3, procurando mostrar por que razão as formas flexionadas não dão origem a contradições. Os segundos aceitam a premissa 3, mas recusam a 2, procurando mostrar que podemos exprimir a mudança sem usar formas flexionadas.

Ser e tempo

Um segundo problema filosófico central no que respeita ao tempo é o seguinte: o que é existir no tempo? Uma pessoa que existe ao longo de oitenta anos existe só parcialmente em cada dia da sua vida, ou existe completamente em cada um dos seus dias de vida? A discussão moderna do problema da persistência ao longo do tempo tem origem em David Lewis³ (1941-2001). Este filósofo defende que

³ «Survival and Identity» (1976), reimpresso no seu livro *Philosophical Papers*, vol. 1 (Oxford, Oxford University Press, 1983). O tema é também abordado em *The Plurality of Worlds* (Oxford, Blackwell, 1986).

um particular só existe parcialmente em cada momento da sua existência; a existência total do particular dá-se ao longo de todo o tempo da sua existência. Assim, uma pessoa que vive oitenta anos é uma totalidade com oitenta anos; a cada dia, estamos apenas perante um «segmento temporal» dessa pessoa, mas não perante a pessoa na sua totalidade. Chama-se «perdurabilismo» a esta perspectiva, que se opõe ao «durabilismo». O durabilismo é a perspectiva mais intuitiva segundo a qual os particulares existem completamente em cada momento do tempo. Assim, uma pessoa vive oitenta anos, mas está totalmente presente em cada momento do tempo: quando falamos com ela estamos a falar realmente com ela, e não com um «segmento temporal» dela.

Este debate sobre a natureza da persistência ao longo do tempo relaciona-se com a natureza do próprio tempo porque a perspectiva durabilista é geralmente presentista, ao passo que a perspectiva perdurabilista é geralmente eternalista. A perspectiva presentista defende que só o presente é real, havendo uma dinâmica temporal óbvia: os particulares temporais que existem no presente não *existem* no passado (*existiram* no passado) e não *existem* igualmente no futuro (mas *existirão* no futuro). Pelo contrário, a perspectiva eternalista entende que toda a existência é igualmente real, incluindo a existência no passado e no futuro, sendo a aparente dinâmica temporal uma ilusão comparável à situação de alguém que percorre uma estrada e pensa que só o pedaço de estrada onde está existe.

O durabilista entende geralmente que o tempo é flexionado, ao passo que o perdurabilista entende geralmente que o tempo não é flexionado. Para um durabilista, não há segmentos temporais de particulares porque a temporalidade está inscrita, por assim dizer, no próprio modo de existência dos particulares, e a temporalidade é essencial-

mente uma realidade dinâmica, não susceptível de redução a propriedades não dinâmicas. Para um durabilista, os particulares persistem no tempo «deslocando-se» do passado para o futuro, em toda a sua totalidade. Esta é a perspectiva mais intuitiva. Pelo contrário, os perdurabilistas têm uma perspectiva eternalista da temporalidade, que é vista como uma realidade essencialmente estática; os particulares persistem ao longo do tempo porque são totalidades que habitam vários segmentos diferentes do tempo, do mesmo modo que uma pessoa habita vários segmentos diferentes do espaço (mas não está totalmente presente em nenhum desses segmentos do espaço: num desses segmentos tem as mãos, noutra os pés).

Tempo e substância

Um terceiro problema filosófico central no que respeita ao tempo, situando-se este sobretudo na área da filosofia da física, é o seguinte: poderá o tempo existir sem mudança? Que a mudança não pode existir sem tempo é óbvio. Mas os absolutistas defendem que o tempo pode existir sem mudança: o tempo, defendem, é uma substância (razão pela qual a esta teoria também se chama «substantivismo»), e não um mero resultado da existência de particulares em mudança. Pelo contrário, os relacionistas defendem que o tempo não é coisa alguma além da mudança: sem esta, o tempo não existiria.

Aristóteles parecia aceitar uma perspectiva relacionista do tempo, mas foi Leibniz (1646-1716) que desenvolveu esta teoria, opondo-se a Isaac Newton (1642-1727) e ao seu defensor, Samuel Clarke (1675-1729). Leibniz pensava que a teoria absolutista estava errada porque implicava uma ideia absurda: a de que o universo poderia ter sido criado mais

cedo ou mais tarde do que efectivamente foi. Pelo contrário, pensava Leibniz, o tempo surge com o próprio universo — não é uma substância que já existia antes do universo. Hoje em dia os físicos adoptam esta ideia, de uma forma mais ou menos ingénua, defendendo que antes do *big bang* não existia tempo. Mas a física contemporânea é compatível com o absolutismo, apesar de haver hoje maior tendência para aceitar o relacionismo por se pensar que esta teoria se acomoda melhor à teoria da relatividade.

O debate contemporâneo deve muito a um influente artigo de Sydney Shoemaker⁴ (n. 1931) publicado em 1969 e no qual se apresenta uma imaginativa experiência mental contra um argumento central a favor do relacionismo. Sucintamente, esse argumento é o seguinte: Admita-se, por hipótese absurda, que toda a mudança no universo esteve ontem suspensa durante duas horas. Isso significaria que, na verdade, o dia de ontem teve vinte e seis horas de duração. Mas a hipótese é absurda porque não há qualquer diferença entre a suspensão durante duas horas ou durante mil anos: nunca poderemos medir a duração de um tempo hipotético se não existir mudança. Logo, não pode existir tempo sem mudança e a tese absolutista está errada.

Este argumento, pelo menos numa versão pouco sofisticada, é uma falácia verificacionista: procura estabelecer a inexistência de tempo sem mudança com base na ideia de que nunca poderíamos saber da sua existência. Contudo, o argumento pode ser reformulado no sentido de afirmar que o absolutismo implica a existência de fenómenos temporais impossíveis de detectar *em princípio*, o que seria introduzir uma hipótese arbitrária: nunca teremos boas

⁴ «Time Without Change», *Journal of Philosophy*, 66, 363-381. Reimpresso no seu livro *Identity, Cause and Mind: Philosophical Essays* (Oxford, Clarendon Press, 2003).

razões para pensar que existe tempo sem mudança, a menos que tal fenómeno seja *em princípio* detectável (ainda que na prática não o seja).

É esta versão sofisticada do argumento que a experiência mental de Shoemaker pretende refutar, mostrando que é possível ter boas razões para aceitar a existência de tempo sem mudança ainda que tal coisa seja indetectável em princípio.

Imagine-se que os astrónomos descobriam um dia que de quatro em quatro anos um dado planeta parecia ficar temporalmente suspenso durante um mês. Após esse período, tudo voltava ao normal, mas as pessoas desse planeta não notavam que tinham estado em suspensão. Imagine-se também que os astrónomos descobriam um segundo planeta onde o mesmo acontecia, mas de três em três anos. Durante muito tempo os astrónomos da Terra não conseguiam comunicar com os colegas desses estranhos planetas, mas ao fim de um tempo estabelece-se contacto e faz-se uma conferência multiplanetária com representantes dos três planetas. Para espanto dos astrónomos da Terra, a primeira pergunta que os colegas dos outros planetas lhes fazem é «por que razão no vosso planeta tudo pára de cinco em cinco anos?»

Note-se que, até este momento da experiência mental, não estamos numa situação em que exista uma suspensão indetectável da mudança, pois a ausência de mudança num dado planeta é detectada nos outros planetas. O que o relacionista defende é que a suspensão (um tempo sem mudança) não pode acontecer em todo o universo *simultaneamente*. Mas nessa conferência multiplanetária rapidamente os cientistas têm de chegar a uma conclusão arrepiante, depois de fazerem os cálculos apropriados: a cada sessenta anos, os três planetas ficam suspensos *simultaneamente*. Claro que eles não terão maneira de detectar tal suspensão directamente. Imaginando que juntamente com

os três planetas todo o universo fica suspenso, está tudo na mesma quando a suspensão acaba. Portanto, estamos perante uma situação na qual a suspensão da mudança é em princípio indetectável, mas em que há boas razões para pensar que ocorre.

A filosofia no nosso tempo

Estes são três dos problemas filosóficos sobre o tempo mais discutidos no nosso tempo — há outros igualmente centrais. As ideias apresentadas são apenas o princípio da discussão. A filosofia desenvolveu-se muito nos últimos sessenta anos e alguns dos seus problemas são hoje abordados com recursos extremamente sofisticados do ponto de vista técnico, recorrendo a instrumentos lógicos poderosos mas complexos. Contudo, a filosofia mantém a sua identidade, ocupando-se do estudo racional sistemático de problemas não susceptíveis de resposta empírica ou matemática, mas que não podemos recusar enfrentar sem empobrecer a nossa natureza de seres inteligentes.

Como deverá ser evidente nas páginas anteriores, os problemas apresentados não são actualmente susceptíveis de solução científica; contudo, são problemas reais e importantes sobre aspectos centrais do tempo. A física contemporânea diz-nos muito sobre a natureza última do tempo, mas não nos diz tudo.

Dada a imensa diversidade e vitalidade da filosofia de hoje, é sempre possível depreciar a filosofia por um ou outro motivo. Assim, pode-se depreciar a filosofia por não ser suficientemente acessível ao leitor comum, porque, efectivamente, a generalidade do trabalho publicado nas melhores revistas da especialidade exige um domínio profissional da filosofia (tal como acontece nas revistas académicas de

física ou musicologia). Mas também se pode depreciar a filosofia por ser demasiado generalista e parecida com «cultura geral», nunca alcançando o profissionalismo e a precisão das «ciências sérias». Em ambos os casos se comete a falácia da supressão de dados, pois a verdade é que há hoje em filosofia, como na ciência, os dois tipos de trabalhos: os especializados, que têm por destinatários os filósofos, e os de divulgação, que têm por destinatário o grande público.

Afirma-se por vezes que a filosofia se distingue de ciências como a física ou a biologia porque não há na filosofia aquela espécie de progresso que encontramos nessas ciências, um progresso por acumulação de resultados. Isto é parcialmente verdade, mas, como muitas meias-verdades, é mais enganador do que iluminante. É parcialmente verdade porque, efectivamente, não há entre os filósofos o tipo de consenso que há entre os cientistas quanto a algumas teorias fundamentais. Mas é duplamente enganador, pois, por um lado, nas fronteiras da ciência também não há consenso entre os cientistas — e é defensável que é aí que está a verdadeira ciência, e não na pilha de resultados acumulados, e, por outro, essa meia-verdade esconde os consensos que existem efectivamente entre os filósofos: os filósofos não concordam relativamente a muitas teorias que estão em aberto, mas concordam que muitas teorias são falsas, que muitos argumentos são maus e que muitas formas de compreender e formular os problemas da filosofia são enganadoras.

Há por isso razões para pensar que, se a humanidade não se autodestruir nem regressar à barbárie obscurantista, o clima actual de liberdade de investigação e o imenso número actual de filósofos muitíssimo criativos continuarão a produzir avanços fundamentais na nossa compreensão dos problemas da filosofia.

Que espécie de ser é que os
antropólogos assumem estudar.
O exemplo da compreensão
do tempo

MAURICE BLOCH
Universidade de Londres
maurice.bloch@wanadoo.fr

A tão difundida ideia de que as ciências sociais, e em particular a antropologia, pugnam pela libertação da tirania da ciência moderna e das luzes da razão, tem tido efeitos verdadeiramente nefastos, de entre os quais avulta o de obscurecer a efectiva contribuição que por essas disciplinas pode ser dada para uma compreensão geral e equilibrada da natureza dos seres humanos. Nesse contexto, o cruzamento de áreas de trabalho diversificadas, como sejam a biologia da evolução e a antropologia cultural, tornou-se quase impossível. As tentativas de intersectar esses domínios têm vindo a descambar em polémicas cuja natu-

reza se afigura duvidosa, quando não sombria e ameaçadora.

Com a presente intervenção, proponho-me reflectir acerca das considerações que os antropólogos têm vindo a elaborar em torno do tema do tempo, já que um tal assunto mostra muito bem como aquele receio que os impede de terem em conta pesquisas realizadas no âmbito de certas disciplinas, como é o caso da psicologia cognitiva, os tem levado a fazer declarações bastante simplistas, impedindo-os de tirar partido, de forma não só mais sóbria, mas também mais convincente, dos valiosos contributos que por eles mesmos têm vindo a ser dados para o desenvolvimento da matéria.

Quando se referem ao tempo, os cientistas sociais entendem, em geral, que o seu papel é defender o humano de uma representação que não o respeita, e cuja responsabilidade imputam aos especialistas das ciências da natureza, para quem os seres humanos actuam a partir de respostas que dão a relógios animais, retendo a informação temporal como meras câmaras, desprovidas de pensamento, que fotografam factos do mundo exterior, sem os sujeitarem a qualquer tipo de mediação. É muito diferente a forma como os antropólogos estudam o tempo, ao perspectivarem a diversidade das suas construções históricas e a relação que por elas é mantida com factores vários, de ordem social, política, económica, filosófica e estética.

Enquanto tal, e de acordo com uma tendência que se tem vindo a manifestar, pelo menos, desde inícios do século XX, os cientistas sociais entendem que, ao mostrarem a influência exercida pelo cultural ou pelo social sobre a nossa percepção e sobre a nossa conceptualização do tempo, poderiam obter uma das mais deliciosas e succulentas vitórias sobre cientistas da natureza e filósofos. As razões que os movem são bastante óbvias, tendo em conta que um

certo tipo de reflexão acerca do tempo chama à ribalta todas as grandes questões envolvidas pelas ciências naturais e pela filosofia clássica. As modificações drásticas que a física moderna introduziu na física newtoniana, com a sua visão do tempo numa dimensão abstracta, uniforme e mensurável, só muito dificilmente conseguiram penetrar quer no senso comum, quer no pensamento científico. Na verdade, se o conceito de tempo fosse produto da cultura, as ciências naturais tornar-se-iam subdisciplinas da antropologia.

A questão não é apenas científica, mas também política. A história da política europeia do tempo regista aquele momento em que importantes escritores do iluminismo, como Voltaire, defendem a física newtoniana, já que, a partir do momento em que os seus princípios assentam numa autoridade universal e natural, ela se poderá erigir num dos melhores instrumentos na luta contra o obscurantismo ditado pela Igreja ou contra o absolutismo monárquico. O apelo a leis científicas da natureza implicava uma autoridade superior, pondo em causa a legitimidade das suas pretensões de controlarem assuntos de carácter laico.

Como tal, a fé na ciência ficou intimamente ligada, particularmente em França, à queda do *ancien régime*, e o racionalismo científico acabou por se associar a modelos universalistas e liberais da teoria política moderna. Mas, subsequentemente, entre os finais do século XIX e a primeira metade do século XX, o panorama sofreu grandes alterações. Foram várias as razões em virtude das quais esse posicionamento político de cariz iluminista e liberal suscitou um certo mal-estar. Decorriam, na maior parte dos casos, de variadíssimas formas de conservadorismo reaccionário, embora também se pudessem encontrar ligadas ao radicalismo de novas ideologias. Na sua estranheza, esse duplo parentesco alimentou várias tendências

culturalistas integradas naquele pensamento racionalista e universalista que tanto influenciou, e foi influenciado, pela antropologia.

A partir de Durkheim e dos seus seguidores, essa relação torna-se familiar, assunto a que me voltarei a referir com mais detalhe ao longo do presente texto. Mais recentemente, na sequência dos acontecimentos de 1968 em França, desencadeou-se uma reacção libertária contra o pensamento iluminista, aparentemente nova. Andou associada, e por vezes foi assimilada por determinadas formas de marxismo e por determinados filósofos, tais como Foucault, Derrida e tantos outros que nos seus escritos tendiam a considerar em termos relativos, uma vez mais, a velha aliança entre as ciências naturais e a tradição de Voltaire. Mais uma vez, esses filósofos recorreram à antropologia, com um entusiasmo que em geral pecava por deficiências de informação, para confirmarem posições relacionadas com a variabilidade que afecta os fundamentais conceitos de tempo, pessoa e verdade. Os antropólogos, pela sua parte, em particular os norte-americanos, acolheram favoravelmente as suas ideias, na medida em que pareciam confirmar, de fora, o que a sua disciplina tinha andado a reivindicar com alguma timidez, é certo, e por razões um tanto diferentes, desde o início do século. Toda essa discussão teve repercussões que em muito ultrapassaram, não raro de forma surpreendente, o âmbito das ciências sociais. É então que a ideia de que os «outros» têm diferentes sistemas de tempo é exposta num livro de David Landes que teve uma enorme ressonância, *The Wealth and Poverty of Nations*. Nas suas páginas, o autor explica a superioridade da Europa, pondo a tónica no «sentido de tempo linear judaico-cristão», por contraste com «outras sociedades» que «concebiam o tempo como cíclico» (Landes 1998, 59).

Esse cenário mostra bem como são vastas as implicações da controvérsia acerca da cognição do tempo. Determe-ei, antes de mais, sobre os primeiros estudiosos de antropologia, cuja obra serve afinal de pano de fundo a toda a reflexão crítica que até hoje tem vindo a ser elaborada, na medida em que foram eles que lançaram as bases teóricas do conceito de temporalidade. Vou considerar, especificamente, as teorias de um americano, Whorf, e de um francês, Durkheim. Os seus escritos mostram-nos como ambos se sentiam atraídos pelos conservadores antiliberais, de aspirações libertárias, cujo horizonte parece relativizar as ciências duras para maior glória de disciplinas como a antropologia e a sociologia. Tendo em vista esse objectivo, recorriam geralmente a argumentos relacionados com a cognição do tempo.

A tradição antropológica americana antiuniversalista encontra a sua mais explícita formulação nos trabalhos de Benjamin Lee Whorf. Whorf era aluno de Sapir, o qual, por sua vez, tinha sido aluno do fundador dos grandes caminhos da antropologia moderna americana, Boas. Nos últimos tempos, as raízes intelectuais do pensamento de Boas têm vindo a suscitar grande interesse crítico. Subjaz ao seu antievolucionismo aquela atitude de reacção, propagada pelo romantismo alemão contra o iluminismo, que era considerado francês, o que levou a que, pelo menos na Alemanha, a tónica fosse para o valor das diferentes culturas. Servia de contraponto às aspirações universalistas da ciência. Não é propriamente uma surpresa que esse anti-racionalismo se tivesse tornado, na obra de Whorf, base de uma aliança, tipicamente americana, com o fundamentalismo cristão (vd. a introdução de Carroll a Whorf, 1956).

Whorf era defensor da existência de uma homologia entre pensamento comum, cultura e linguagem. Apresenta-

va o argumento segundo o qual línguas diferentes representam a duração do tempo de modos diferentes, pelo que pessoas que falam línguas com tipologias diferenciadas apreendem o tempo de modos diferentes, já que «os conceitos de ‘tempo’ e de ‘assunto’ não são dados substancialmente da mesma forma, através da experiência, a todos os homens, dependendo, pois, da natureza da linguagem, ou das linguagens, no seio das quais se desenvolveram» (1964, 158).

É sintomático que Whorf recorra a esse argumento para relativizar a física newtoniana, na medida em que tudo depende da «intuição», pese embora o facto de considerar que não existem verdadeiras «intuições», que «são fruto da cultura e da linguagem. É onde Newton as foi buscar» (1964, 153). A diferenciação entre várias comunidades linguísticas, cada uma das quais possui um sistema conceptual próprio, processou-se, conforme explica, ao longo da história. Em seu entender, encontramos a origem das ideias de Newton acompanhando a história da língua hebraica, da grega e da latina, sucessivamente. Pelo que diz respeito à origem da língua e do pensamento dos Hopi, que são, para Whorf, o protótipo do outro, dever-se-ia recuar, da mesma feita, à formação do seu passado linguístico e cultural, o que é, infelizmente, impossível, porque, como se perdeu, não o podemos «ler» (p. 157).

Mas, na verdade, a comprovação dos efeitos exercidos pela linguagem sobre o pensamento processa-se a partir de bases extremamente débeis, em particular pelo que toca à questão do tempo. Trabalhos mais recentes vieram desmentir a existência de qualquer espécie de ligação profunda entre os tempos e os modos verbais de uma determinada língua e o processo de pensamento dos respectivos falantes. Por sua vez, as pesquisas elaboradas pelo escasso número de críticos que consideraram que a sensibilidade podia

funcionar como argumento a favor das posições de Whorf, não ficaram à altura dos seus grandiosos anseios (Slobin 1996)¹.

Na Europa foram Émile Durkheim e os seus sequazes da escola de sociologia francesa, geralmente designados através do título da revista em torno da qual se reuniram, *Année Sociologique*, que se detiveram no tema do tempo. Com o correr dos anos, a política do crítico francês acabou por ser dominada pelo intento de reafirmar um moralismo tradicionalista, que entendia ter sido perigosamente lesado pelas várias revoluções francesas. Não era apenas Durkheim que assim pensava, mas também outros conservadores franceses, apesar de as suas posições se distinguirem pelo facto de tentar legitimar esse moralismo tradicionalista com recurso a instâncias não monárquicas e não católicas.

Nos primórdios do seu percurso intelectual, Durkheim era um filósofo relativamente ortodoxo, muito influenciado por Kant. Kant tinha defendido que as categorias aristotélicas de compreensão, a mais importante das quais é o tempo, deviam ser reconhecidas como tal, ficando para aquém e para além de um questionamento intencional, por terem a precedência em relação a qualquer outra forma de compreensão, que será sempre menos fundamentada. Essas categorias são o «quadro» ou a «estrutura óssea» do conhecimento. Para Kant, na experiência humana individual nada poderia ser fonte da nossa cognição do tempo, a partir do momento em que, sem um quadro *a priori*, assente nos mesmos parâmetros, nem um indivíduo podia dar sentido ao que quer que fosse, nem o conhecimento podia ser partilhado por diversas pessoas. Uma tal posição

¹ Ainda há críticos que continuam a sustentar as posições de Whorf, por exemplo, Lucy, 1992. Vd. também Malotki, 1983.

foi para Durkheim um ponto de partida que apenas aceitou a título provisório, por discordar da necessidade de uma fonte sobrenatural para uma categoria como a de tempo. Pelo contrário, entendia que a sociedade era a fonte das nossas categorias, embora as criasse através de um processo indirecto, uma espécie de ritual um tanto misterioso, que garantia a sua natureza categorial enquanto resultado da necessária «ilusão» de não serem feitas pelo homem (Durkheim, 1912).

Será significativo apurar o tipo de dados etnográficos que Durkheim escolheu, no seio de uma determinada população, ao estudar a compreensão categorial do tempo, para os confrontarmos com o modo como a partir de então muitos antropólogos têm vindo a tratar esse mesmo assunto, com base em pontos de vista semelhantes, e igualmente erróneos. Em seu entender, a cognição categorial do tempo mantém íntimas relações com as suas divisões convencionais, de que é exemplo a moderna repartição em minutos, dias e estações, num quadro de compreensão que era já o de Aristóteles.

Uma das consequências da diversidade das posições de Kant e de Durkheim quanto à concepção do tempo reside no facto de Kant entender que todos os seres humanos apreendiam o tempo do mesmo modo, a partir do momento em que todas as categorias tinham uma única fonte transcendental. Pelo seu lado, Durkheim sustentava explicitamente que as pessoas compreendiam o tempo de maneira diferente, dado que o tipo específico de sociedade em que viviam era fonte da cognição do tempo e, existindo diferentes tipos de sociedade, daí decorria que o tempo fosse compreendido de várias maneiras. Confirma-o através da óbvia constatação de que povos diferentes recorrem a formas diferentes de medir o tempo. Como tal, pode criticar o transcendentalismo kantiano, ao afirmar que «as

categorias de compreensão nunca são fixas, pois mudam com o lugar e o tempo» (1960, 21). Finalmente, numa atitude que, a partir de então, será também a de muitos antropólogos, Durkheim detém-se sobre a ciência (pp. 616, 635 e conclusão), que subordina a categorias de compreensão socialmente reconhecidas, cuja origem é de ordem religiosa, o que significa que são dimanadas por um determinado tipo de sociedade.

Por consequência, Durkheim, que inicialmente parecia tão distanciado quanto possível dos estudiosos de antropologia cultural americanos, acaba por se encontrar, afinal, muito próximo de Whorf pelo que diz respeito a esta questão específica. Apesar de não atribuir um papel-chave ao tipo de linguagem falada pelas pessoas, esse elemento não é totalmente alheio à sua conceptualização (p. 620). Como tal, ambos acabam por defender que, nos seus grandes fundamentos, a nossa cognição do tempo se encontra sujeita a variações que decorrem de um tipo de conhecimento que nos foi sendo transmitido, através da história, pelos membros da nossa sociedade, sustentando que esses conhecimentos específicos e, em última instância, arbitrários, parecem à gente comum naturais e fora de questão. Acerca desse ponto essencial, excluem explicitamente, em primeiro lugar, a possibilidade de que haja alguma coisa relativa ao mundo exterior tal como ele é que exija determinados instrumentos de ordem temporal e, em segundo lugar, a possibilidade de que haja alguma coisa relativa à nossa natureza biológica, a qual integra obviamente a nossa natureza mental, que determine a compreensão do tempo. Por fim, ambos apresentam a prova da variação cultural como uma espécie de demonstração da irrelevância de qualquer outra possibilidade que não a apresentada.

Ao passar em revista essas teorias da antropologia, não é minha intenção ilustrar a mera semelhança que entre si

mantêm. Mais do que isso, pretendo mostrar que são da mesma índole as razões políticas que acompanharam o seu aparecimento, que levaram a que essas ideias imbuíssem tantos dos trabalhos de crítica antropológica que vieram a ser posteriormente elaborados, e que envolveram a sua recente recuperação, por parte de uma certa intelectualidade. Não é por acaso que os «estudos científicos» são, de momento, a coisa mais *sexy* que se possa fazer nos departamentos de antropologia americanos, onde o que importa é mostrar a origem social de instrumentos considerados categóricos por cientistas estúpidos. Da mesma forma, aí residem também as razões em virtude das quais certos filósofos, que chegaram às mesmas conclusões, ou a conclusões parcialmente comuns, se aproximaram dos cientistas sociais contemporâneos.

A inesperada confluência em torno de um ponto fundamental, a cognição do tempo, com base em parâmetros de tipo tão diferente, os de Durkheim e de Whorf, significou terem sido muitos os antropólogos que conceberam uma teoria que agregava os pontos de vista de ambos, quase sem se aperceberem das grandes diferenças que correm entre a sua origem e as suas implicações. Assim sendo, é altura de considerarmos alguns exemplos que mostram como essa influência se encontra presente, na actualidade, em estudos de antropologia, ou melhor, de etnografia.

Um dos mais célebres livros da antropologia do século xx é, sem dúvida, o estudo que por Evans-Pritchard foi consagrado aos *Nuer of the Sudan* (Evans-Pritchard, 1940). Não há dúvida de que bem merece uma tal reputação, pois na verdade a sua influência foi enorme. A meio da obra há um capítulo sobre tempo e espaço, mais especificamente, sobre a «concepção de tempo» dos Nuer, muito influenciado por Durkheim, apesar de o seu nome nunca ser explicitamente referido. O desenvolvimento do tema assenta

em boa parte na ideia de que o modo como os Nuer concebem o tempo é determinado pela sua organização social. Esse capítulo segue de perto o ensaio que um colaborador próximo de Durkheim, Marcel Mauss, dedicou ao conceito de tempo e de espaço dos esquimós (Mauss, 1906). Evans-Pritchard identifica dois tipos de factores que têm uma influência determinante sobre a concepção de tempo dos Nuer, um de ordem social, que designa como «estrutural», e outro a que chama «ecológico»².

O ecológico compreende, para Evans-Pritchard, a actividade produtiva de pessoas situadas num contexto particular do ambiente natural. Em virtude das cheias anuais dos rios, provocadas pela chuva intensa, os Nuer têm de fazer migrações sazonais. Passam aproximadamente metade do ano em sítios baixos, período ao longo do qual se dedicam essencialmente ao tratamento do gado. Durante a outra metade do ano, quando o rio inunda tudo, apenas deixando a descoberto os montes, refugiam-se nessas zonas mais elevadas e a sua principal actividade é a agricultura. Paradoxalmente, passam a ter um contacto mais próximo com os animais. Esse ritmo de transumância significa, portanto, que as actividades produtivas e o ambiente físico e social são bastante diversos nos dois períodos, num contraste que domina a forma como vivem e como falam das duas épocas do ano. Conforme acontece em tantas outras situações, essa divisão é ainda acentuada pelo facto de certos rituais se realizarem em determinado momento do ano. Assim era também para os camponeses da Idade Média, que associavam inevitavelmente o Natal ao ponto baixo do ano agrícola.

Por sua vez, o tempo social, que é o tempo estrutural, nas palavras de Evans-Pritchard, anda igualmente asso-

² Evans-Pritchard escreve «oecological».

ciado ao contraste entre a organização demográfica em momentos diferenciados do ano, dizendo respeito, mais particularmente, à organização genealógica das famílias. De um ponto de vista individual, as linhagens são muito parecidas com bonecas russas. De facto, a genealogia directa de uma pessoa, como sejam os descendentes da linha masculina de um homem que é avô, juntamente com as suas esposas, forma o núcleo específico de uma estirpe mais ampla, constituída pelos descendentes do tetravô desse mesmo homem. Uma linhagem mais abrangente contém dentro de si outras linhagens mais circunscritas, fazendo parte, todavia, de uma outra linhagem ainda maior, e assim sucessivamente. Os antepassados que deram origem a um determinado ramo são mais recentes que os fundadores de linhagens maiores. Como tal, a proximidade ou a distância dos laços de sangue tem implicações temporais, na medida em que se considera que uma irmã está ligada a alguém por laços mais recentes no tempo do que um primo segundo, sendo a relação baseada, no primeiro caso, em eventos ocorridos na geração dos pais e, no segundo caso, na geração dos bisavós.

Evans-Pritchard é levado a concluir que o conceito de tempo dos Nuer decorre, em primeiro grau, do seu envolvimento com o mundo num lugar específico, e, em segundo grau, das regras que entre eles presidem à formação de grupos, em função de um espaço e de uma genealogia particulares.

São muito convincentes os argumentos que alega para mostrar como tais factores têm grande importância para os Nuer. Não podem ser propriamente rotulados de cultura, na acepção que a esse conceito é atribuída por um crítico como Boas, tendo em conta que não se podem separar da actividade prática, encontrando-se mais próximos daquilo que Durkheim tem em mente. Mas o tema implica, *inter*

alia, a simples asserção básica, que tanto Whorf como Durkheim não deixariam de aceitar, de que o tempo não é para os Nuer a mesma coisa que é para «nós», que vivemos num ambiente diferente, que construímos a nossa vida no mundo de um modo diferente, também porque a nossa sociedade se encontra organizada de um modo diferente.

A saber, quais são, segundo Evans-Pritchard, os efeitos exercidos pelos tais factores de ordem estrutural e ecológica sobre a cognição do tempo dos Nuer. A divisão do ano é primordialmente dominada pelos ciclos que estipulam «os pólos conceptuais do cômputo do tempo» (p. 96). «O calendário é uma relação entre um ciclo de actividades e um ciclo conceptual, que não existem um sem o outro, daí decorrendo o seu significado e a sua função» (p. 100). Por consequência, o tempo ecológico «parece ser, e é, cíclico» (p. 95). Mas há ainda outros ciclos importantes para os Nuer, como o ciclo descrito pelo Sol durante o dia, que é marcado pelas várias tarefas relacionadas com o tratamento do gado, o «relógio do gado», conforme lhe chama Evans-Pritchard, por sinal com uma certa graça, ou como os ciclos da Lua, que têm menos importância para os Nuer. Não é possível estabelecer uma correlação matemática entre esses ciclos e os ciclos sazonais do ano.

Os vários aspectos implicados na forma como os Nuer falam da mediação do tempo levaram Evans-Pritchard a conclusões de índole mais geral. O carácter vago dos seus cálculos, bem como a ênfase conferida ao prático e ao social, significam que, «Embora eu me tenha referido ao tempo e a unidades de tempo, os Nuer não têm uma expressão equivalente à de 'tempo' na nossa língua, e por isso não podem falar do tempo, no sentido em que nós o fazemos, como sendo algo que se insere na actualidade, que passa, que pode ser desperdiçado, que pode ser apro-

veitado, e assim sucessivamente. Não creio que alguma vez tivessem experimentado a sensação de luta contra o tempo, ou que alguma vez tivessem sentido necessidade de coordenar as suas actividades com a passagem abstracta do tempo, porque os seus pontos de vista incidem tão só sobre tarefas que são desempenhadas sem pressa. Os acontecimentos seguem uma ordem lógica, sem que sejam controlados por um sistema abstracto, não existindo pontos de referência autónomos com os quais as várias actividades tenham de se articular de modo preciso. Os Nuer são felizes» (p. 103).

O estudo dos Nuer, com a clareza e o cuidado postos na sua apresentação, erige-se, pois, em modelo de uma tipologia crítica que depois se tornará recorrente em etnografia. Embora o mesmo género de conceptualização possa jorrar de uma considerável variedade de fontes, o seu impacto é indiscutível. Antes de considerar criticamente as manifestações específicas dessa tendência geral da antropologia, deter-me-ei sobre um trabalho mais recente, mas igualmente importante, realizado por uma antropóloga americana.

Trata-se do conhecido livro de Nancy Munn *The Fame of Gawa* (1986). Tema central do livro é a demonstração de que os habituais processos ligados à vida e à acção, que está na moda designar como «práticas», definem as categorias através das quais as pessoas organizam os seus pensamentos, a sua linguagem, as suas acções. Munn vê muito bem que a cognição de espaço e tempo é fundamental para esse processo em contínua definição, que refere com recurso a uma outra palavra que de momento está muito na moda, «construção». Tem em vista, conforme nos diz, o sentimento «intersubjectivo» dos actores, ou seja, a forma «existencial» da compreensão e das emoções do povo de Gawa (p. 268). Apesar de nos explicar que não pretende separar o aspecto cognitivo de outros aspectos da

vida, Munn não nega que esse processo de «construção» envolva, no mínimo, o plano mental. No capítulo introdutório do livro, ao definir o seu posicionamento teórico, nota que «a questão não se coloca nos simples termos em que Giddens (1981, 30) a apresentou, quando afirma que ‘as relações de tempo-espço são características constitutivas dos sistemas sociais’. Há a considerar, além disso, que aquelas ‘práticas situadas’ que, para Giddens, constituíam esses sistemas, *constroem*, elas próprias, diferentes formações de espaço-tempo. Conforme defendi noutra ocasião (Munn, 1983, 280), as práticas sócio-culturais não se constroem apenas *no* ou *através* do tempo e do espaço, por (também) constituírem (criarem) o espaço-tempo em que se realizam»³.

Inevitável implicação de uma tal perspectiva é o facto de a «rede de sentido» que «constitui a existência humana» (p. 6) ter de ser muito diferente em sítios diferentes do mundo, onde se realizam «práticas» diferentes, dado por descontado que nunca, em sítio nenhum, se poderá deparar com um estádio de fluxo contínuo. Assim deve ser, se a prática cria cognição, e a prática em Gawa é diferente da prática, por exemplo, na Áustria, pelo que a conceptualização, nos dois sítios, tem de ser também ela diferente. Embora tais observações se apliquem claramente à conceptualização de «espaço-tempo», dizem respeito em particular ao tempo.

A prova dessa «construção intersubjectiva» através da «prática» no pequeno atol de Gawa constitui a parte mais importante do livro. O cerimonial do sistema de trocas kula, objecto da famosa descrição de Malinowski para

³ O itálico está no original de Munn. A afirmação é acompanhada por uma nota de rodapé que não parece alterar, na essência, o seu sentido.

os Trobriand, mas que também tem lugar em Gawa, é relatado com todo o detalhe. Contudo, Munn relaciona o simbolismo kula não só com a magia, mas também com certas ideias relativas à produção e ao consumo de comida, com o género, com práticas mortuárias e ainda com outras questões⁴. Ao longo das páginas do livro, vai-nos explicando muito bem o que o povo de Gawa entende por «fama», e como consegue alcançá-la, quer através das trocas kula, quer através de recursos modestos, como seja a hospitalidade. Admite que tudo isso se encontre relacionado com a cognição do tempo, em passos como o que se segue, no qual descreve as formulações lúdicas, em torno do pedido de reciprocidade e de hospitalidade num futuro, com que se encerram episódios de comensalidade: «Podemos aperceber-nos perfeitamente de que está a ser feita uma tentativa de transformar, em sentido positivo, o espaço-tempo intersubjectivo, tal como se se tratasse de receptores kula em vias de adquirir conchas ou comida que são levados a projectar essa experiência de receber em termos de uma futura e recíproca doação» (p. 65).

Aquilo de que está a falar é evidente. Quando as pessoas de Gawa participam em acções e conversas, lembram os mais diversos tempos e lugares. Assim sendo, as alianças de casamento evocam a distância entre as casas dos esposos e as ofertas que vão correndo por esses «caminhos». Quando negociam e planificam as trocas kula, as pessoas de Gawa recordam momentos do passado em que os presentes eram levados de um lado para o outro, desejando, ou até imaginando, levar a cabo futuras transacções. Nesse

⁴ É bizarro que proclame o carácter inovador da relação que se estabelece entre esses tópicos, quando na verdade se trata de um assunto que tem vindo a ser continuamente referido a propósito dos Argonautas do Pacífico Ocidental.

sentido, os tempos e os espaços recordados encontram-se em permanente mudança, de um modo que é ao mesmo tempo individual e social, na medida em que as evocações individuais são muitas vezes partilhadas e organizadas com recurso a actividades sociais e culturais.

Não tenho qualquer objecção à ideia que assim é apresentada, e a forma como é defendida só me inspira admiração. É também absolutamente convincente, para mim, o ponto de vista de Evans-Pritchard, quando nota que a vida dos Nuer é fundamentalmente marcada pelo ritmo das estações do ano, com tudo o que isso implica, e que as relações que mantêm uns com os outros estão muito dependentes do seu cômputo da duração do tempo que passou desde que tinham antepassados comuns. Contudo, sou totalmente céptico em relação à resposta que esse género de etnografia dá aos objectivos fundamentais visados por um Durkheim ou por um Whorf, tendo em conta a forma como são retomados e reelaborados conceitos, construções e pensamentos.

São duas as razões básicas do meu cepticismo. A primeira é que ambos os críticos nos fornecem dados que parecem contradizer os princípios em que assenta a sua interpretação da construção social e cultural do tempo, ao passo que a segunda é que os estudos de psicologia cognitiva de que dispomos mostram que seguiram pistas erradas.

Mas regressemos aos Nuer. Evans-Pritchard, a certo ponto (p. 222), diz-nos o que acontece quando os vizinhos dinka são capturados e são mais ou menos incorporados em grupos de descendência nuer. Refere então que «uma jovem cativa não é integrada na genealogia, mas as pessoas dizem, ‘caa lath cungni’, ‘é-lhe dado o direito de receber a riqueza do noivado’. Isso significa que, quando ela se casar ou quando as suas filhas se casarem, os filhos da

família na qual ela foi criada receberão gado dos irmãos e dos tios maternos, e que, em compensação, quando as filhas dessa família se casarem, ela, ou os seus filhos, podem exigir a vaca da tia paterna e da tia materna» (Evans-Pritchard, 1940, 222). Com certeza que seria impossível pôr em prática um sistema como esse a partir de uma compreensão cíclica do tempo. A compreensão desse processo implica uma temporalidade que não parece diferente da nossa, de acordo com a qual é evidente que o que acontece é irreversível. Além disso, os Nuer nunca teriam sido capazes de explicar e de representar essas práticas a Evans-Pritchard, se não tivessem conseguido assumir as implicações temporais comuns ao produtor e ao receptor da informação, o que o excerto transcrito, onde ficam contidas citações directas, bem mostra.

Se retomarmos a questão da fama de Gawa, também nos deparamos com a prova clara de que as pessoas da ilha reflectem sobre passado, presente e futuro, do mesmo modo que o fazem os europeus, ou quaisquer outros. Para ilustrar a sua perspectiva do espaço-tempo, Nancy Munn cita as explicações dadas por um homem de Gawa, em passos de um relato público: «[quando alguém ingere muita comida,] isso leva a que o seu estômago se dilate, e essa pessoa não faz nada senão comer ('-kam') e descansar ('-maisi', estar deitado/dormir); mas, se damos comida ('karu') a outra pessoa, um forasteiro, quando come carne de porco, vegetais ou *betle*, isso tira-lhe o seu nome ('buraga-ra'), a sua fama ('butu-ra'). Os jardins e o kula são o que faz de alguém um 'guyaw'. Onde quer que haja jardins, há forasteiros que entram e começam a comer. Dizem então que és um 'guyaw'. Mais tarde, hão-de voltar para te dar conchas e colares» (p. 49).

O homem que pronuncia tais palavras refere-se ao tempo como uma corrente regular e irreversível, sendo esse

fluxo a dar clareza à explicação da causalidade. Se comes a tua própria comida num determinado momento, *então*, daí a *algum tempo*, hás-de dormir, simplesmente, e, daí a *algum tempo mais*, ninguém ficará impressionado. Todavia, se primeiro produzires alimentos, e *depois* os deres aos forasteiros, *depois* ganharás fama, e talvez *depois* eles estabeleçam trocas kula contigo, o que implica que, *ainda depois*, hás-de ser recompensado pelas tuas ofertas.

Assim sendo, a citação mostra bem, antes de mais, que aquilo a que Munn se refere não corresponde de modo algum a uma cognição de tempo e espaço enquanto princípio organizador, mas antes a uma evocação de tempo e espaço *dentro* de um quadro previamente construído que é dado como garantido. É esse mesmo quadro que permite que seja comunicada à pessoa a quem o falante se dirige uma sequência temporal dotada de sentido. Como acontece com todas as formas da linguagem humana, as pressuposições que subjazem à expressão pertinente não são enunciadas. Somos levados a concluir, através do relato do homem de Gawa, que sustentar os forasteiros confere fama precisamente porque, conforme afirma, quem recebe comida sabe que, existindo uma relação de causalidade, como Hume também nos teria recordado, a causa deve preceder o efeito, no âmbito de um quadro de duração em que o tempo é regular. A necessidade de um tal pressuposto para a compreensão é exactamente o que tanto Kant como, depois, Durkheim, salientaram, ao insistirem sobre o facto de que as categorias de compreensão devem ser, antes de mais e inquestionavelmente, *a priori* não negociáveis. Se a conceptualização não existisse previamente, como um quadro, o homem de Gawa não poderia dizer nada, pura e simplesmente. É quanto basta para mostrar que as ideias básicas de Munn e dos restantes «teóricos práticos» ou «fenomenologistas» que cita, e que não cita, não serão,

possivelmente, verdadeiras. A conceptualização do tempo não pode ser negociada através da prática, nem de um momento para o outro, nem com maior, nem com menor lentidão. Tem de ocupar um lugar, e é a partir dele que ocorre a prática. O homem de Gawa sabe evocar, e evoca, tempos e sítios diferentes, e pode explicar a causalidade, por oposição ao plano de um quadro conceptual não negociado das categorias da compreensão.

Uma perspectiva geral assim dimensionada implica a rejeição dos fundamentos subjacentes à posição de Nancy Munn. Por muito conhecidos que sejam, o que temos a fazer é esquecê-los. Não implica, porém, a rejeição das posições defendidas por críticos como Durkheim, Whorf ou Evans-Pritchard, que poderiam até dizer que estão de acordo comigo, no sentido em que o quadro temporal tem de ser dado como garantido, e que, apesar disso, esse quadro é fornecido por uma cultura ou uma língua particular, variando em conformidade com a língua ou com a cultura em causa. Deve-se tratar o tempo *como se* fosse algo natural e fora de questão, mas nós, antropólogos rigorosos, sabemos que é histórico e cultural.

Chegados a este ponto, todavia, uma outra decorrência da citação analisada há que nos leva a descartar, da mesma feita, essa posição mais tradicional. Acontece, muito simplesmente que, sendo o texto dito por um homem de Gawa, com benefícios para Nancy Munn, a antropóloga parece não ter qualquer dificuldade em o compreender, e, mais do que isso, parece perfeitamente segura de que, ao passá-lo para inglês, os seus leitores, entre os quais me incluo, não terão dificuldade em perceber o que nele é dito. Sem dúvida que isso só é possível a partir do momento em que todos nós temos em comum as mesmas categorias de compreensão. Como o homem de Gawa e eu temos culturas radicalmente diferentes e, pela minha parte, não sei falar a sua

língua, daí decorre, tão só, que a diferença entre culturas e línguas é irrelevante para o plano da comunicação mútua.

A etnografia de Munn e de Evans-Pritchard, longe de demonstrar as grandiosas asserções de Whorf e Durkheim nos termos em que aspirava fazê-lo, acaba por miná-las. Poderíamos assim encerrar o assunto afirmando que a tese não foi comprovada, ou que os dados internos mostram que seria possível chegar a uma conclusão diametralmente oposta. Na verdade, a questão abre-se a outras vias de desenvolvimento, considerando que, embora os críticos em causa não nos tenham apresentado provas em contrário, deveríamos ter acolhido com fortes reservas, apesar de tudo, as suas posições.

Bastaria ter em conta o que sabemos acerca da conceptualização do tempo em crianças ainda muito pequenas. Implicitamente, se não explicitamente, todos os críticos acima referidos assumem que as pessoas sabem o que é o tempo e a duração enquanto conhecimento adquirido. Só assim tem sentido dizer que a compreensão do tempo decorre da história, da língua, da cultura, das práticas, da estrutura social ou do que quer que seja. Mas, pelo contrário, algumas investigações recentes mostram que a compreensão básica do tempo se encontra radicada no ser humano desde o seu nascimento. Por outras palavras, faz parte daquilo que tem vindo a ser designado como *núcleo do conhecimento*, ou seja, uma característica tão normal como ter dez dedos. Sendo assim, afirmar, como Durkheim, Evans-Pritchard, Munn e tantos outros críticos, que, a um nível fundamental, pessoas diferentes têm conceitos de tempo completamente diferentes equivale a dizer que pertencem a espécies diferentes.

A história da psicologia cognitiva é curta, mas, de certo ponto de vista, suficientemente longa para ter sofrido uma

revolução drástica. Até há uns vinte anos, a visão de Piaget do desenvolvimento da criança dominava o panorama crítico. De acordo com as suas investigações, a criança construía gradualmente o seu conhecimento do mundo, não partindo senão das suas próprias capacidades para estruturar a informação de forma cada vez mais complexa. Era apresentada como prova de um tal ponto de vista a aparente impossibilidade de uma criança, mesmo de idade mais avançada, realizar um determinado número de tarefas. Piaget entendia que a compreensão do tempo e a sua organização em seqüências pela criança eram extremamente lentas (Piaget, 1969). Contudo, veio a verificar-se que as conclusões a que chegara tinham sido falseadas pelo facto de ter trabalhado com crianças muito pequenas (Friedman, 1990).

Graças à recente aplicação de técnicas inovadoras, provou-se que os recém-nascidos já «sabem» muito. É particularmente relevante que possuam conhecimentos bastante simples, possivelmente inatos, de física e de aritmética (Bullock e Gelman, 1979; Bower, 1989; Spelke, Philips, Woodward, 1995; Baillargeon, Koovsky, Needham, 1995). Grande parte do trabalho experimental realizado visa mostrar a existência de outro género de competências, que não de ordem exclusivamente temporal, as quais, de um modo genérico, nem serão as mais importantes. Contudo, fica provado que um recém-nascido ou uma criança muito pequena compreendem claramente que a causa deve preceder o efeito. Certos movimentos, como, por exemplo, o de uma bola que está a andar por detrás de um painel, orientam a previsão do seu aparecimento do outro lado desse mesmo painel. Na verdade, o quadro temporal resultante dos trabalhos recentemente realizados acerca de questões básicas de física e de psicologia é tão sólido e evidente que dificilmente poderá ser posto em causa. Parece ser comum

não só a todos os humanos, mas também, muito provavelmente, a todos os primatas, e talvez até a outros animais (Church, 1984). Os limites do inato podem ser objecto de discussão. No entanto, é consensualmente aceite que as bases da compreensão temporal fazem parte de um núcleo duro de conhecimento, cuja existência é comprovada logo a partir do momento em que há condições para o atestar, isto é, muito antes de o efeito de línguas ou culturas específicas se poder fazer sentir, embora tal não signifique que um conhecimento prístino não possa vir a ser posteriormente enriquecido e transformado, ou que não haja espaço para mudanças cognitivas ao longo do processo de desenvolvimento.

É possível demonstrar por via experimental que, à medida que a criança cresce, a sua compreensão do tempo se torna mais elaborada, sem que haja efectivas provas de que a cultura a molde nos seus fundamentos. Com 2 anos de idade é capaz de organizar os acontecimentos em sequências de incidência familiar, e com 4 anos pode elaborar descrições impressionantes de actividades realizadas em família (O'Connell, Gerard, 1985; Nelson, 1986). Essa pesquisa experimental incidiu prevalentemente, embora não na sua totalidade, sobre a cultura euro-americana. No entanto, não há razões para pensar que as crianças integradas noutros ambientes culturais não sejam capazes de dominar as sequências nos termos descritos. As próprias observações que ocasionalmente fiz em sítios remotos de Madagáscar coadunam-se perfeitamente com os dados apresentados, apesar de as crianças dessa região verbalizarem os seus conhecimentos com maior timidez do que a maior parte das crianças a partir de cuja observação foi realizado esse trabalho, que eram americanas.

Quando confrontados com as investigações elaboradas no domínio da psicologia, os princípios defendidos por

críticos como Durkheim, Whorf, Evans-Pritchard e Munn parecem desenquadrados, se não pura e simplesmente errados. Conforme vimos, apenas se apoiavam em afirmações como «os seres humanos de culturas diferentes pertencem a espécies diferentes», ou pela sugestão, igualmente estranha, de que há um estádio no desenvolvimento da criança em que ela abandona abruptamente o sistema das primeiras capacidades cognitivas, substituindo-o de imediato por um outro que aprendeu com a cultura.

Não é pois surpreendente a reacção de alguns dos críticos que se encontram familiarizados com a área da psicologia, quando rejeitam com desdém o trabalho dos antropólogos. Stephen Pinker, utilizando uma expressão que tantas vezes ouvi aos psicólogos da cognição, ao pronunciar-se sobre as ideias de Whorf acerca do tempo, atreve-se a dizer que «as anedotas antropológicas acabaram» (1994, 65). Bastante mais circunspectos, Tooby e Cosmides põem a ridículo o «modelo estandardizado das ciências sociais» que diz respeito à variação cultural (Tooby, Cosmides, 1992). Essas reacções não serão surpreendentes, tendo em conta que a arrogância totalitária e a imprecisão de objectivos dos cientistas sociais fizeram que os antropólogos as «merecessem». Se, por um lado, historiadores, antropólogos e outros cientistas sociais, seduzidos por um vocabulário muito na moda e sem conhecerem os avanços da psicologia, resvalaram, sem disso se aperceberem, para o domínio do improvável, por outro lado, esse deslize favoreceu os seus opositores, de entre os quais tantos estudiosos das ciências naturais que assim tinham motivos para ignorarem, um instante que fosse, o que outras disciplinas mais *soft* estavam a investigar.

Assim se explica a hostilidade com que o trabalho dos antropólogos começou a ser recebido, numa atitude que não deixou qualquer tipo de espaço para a compreensão

do efectivo significado da obra de Durkheim, Whorf, Evans-Pritchard ou Munn, sob argumento de que esses críticos não estavam a falar de absolutamente nada. Se uma tal posição é para mim inconcebível, também não poderá deixar de o ser para qualquer pessoa que tenha lido com atenção os escritos desses críticos e que tenha entendido o seu teor. Bem se poderá compreender, pois, a críspação suscitada por aquelas reacções. Apesar de eu perceber muito bem os seus motivos, as posições dos cientistas sociais não podem ser esquecidas, devendo antes erigir-se em motivo para uma reformulação dos objectivos de pesquisa, de forma a ultrapassar perspectivas desprovidas de fundamento, no intento de verificar como é que, no seio de um quadro mais ponderado, é possível compreender a que se estavam a referir os antropólogos, para a partir daí tentar fazer uma combinação de tradições científicas diferenciadas.

Proponho-me pois lançar algumas pistas nesse sentido, no âmbito específico do tema do tempo.

Assim sendo, torna-se necessário antes de mais clarificar certas noções prévias. O primeiro passo a ser dado, que é o mais importante, consiste em explicitar o quadro teórico de dois campos que se encontram intimamente relacionados.

Pode dizer-se que o clássico campo de trabalho da antropologia tem na sua base o estudo da forma como níveis superiores determinam outros que lhes subjazem. O nível 1 compreende certas instituições culturais, produto da história e da interacção que se estabelece entre vários povos, de entre as quais se contam o *kula*, o tratamento do gado, o calendário, narrativas históricas ou míticas, bem como certos valores, a saber, o parentesco por via paterna, a obtenção da fama, os esforços investidos na produção de grandes quantidades de certas coisas. Esse nível 1 acompa-

nha e determina o nível 2, que consiste em representações mentais de carácter reflexivo, neste caso acerca do correr do tempo, das unidades de tempo, do efeito do tempo sobre as pessoas, sobre a paisagem e sobre o estado do mundo. Determina por sua vez o nível 3, uma «teoria do tempo» geral, seja ele cíclico, linear ou social, o qual determina um nível 4, a percepção do mundo, o qual determina, enfim, um nível 5, que diz respeito a inferências e acções.

A «prática», ou a atitude fenomenológica de um crítico como Munn, parece inverter logo à partida a cadeia causal, na medida em que se parte do princípio de que nas acções reside a origem de tudo, posição que não pode ser tomada a sério. Quando os teorizadores da prática proclamam que a cognição temporal só emerge das acções e só a partir delas pode ser inferida, estão a misturar problemas implicados pelo «fazer etnografia», sabendo nós que as afirmações explícitas raramente são um bom meio para se chegar à cognição, com questões de ordem bastante diferente, relativas à forma como as pessoas actuam. No último caso, é óbvio que as pessoas actuam com base na sua cognição e na sua motivação, e não o inverso. O oposto, de que criam a sua compreensão do mundo e os seus desejos descobrindo-os nas suas acções, que seriam, por si próprias, desprovidas de motivos e realizadas num vácuo, é obviamente ridículo, conforme foi até observado por um crítico que Munn considera o pai da teoria da prática, Pierre Bourdieu. Munn devia admitir que as convicções acerca da comensalidade, o kula ou a procura da fama se inserem num quadro de conhecimentos básicos, que foram causa das acções observadas, e não vice-versa. Mais do que isso, importa notar que, salvaguarda feita de escassas variantes que se evaporam ao serem escrutinadas, o modelo antropológico considera as asserções reflexivas que se encontram na origem da compreensão temporal e assume

a existência de uma homologia entre os diferentes níveis acima apresentados, sem entender que um nível superior determine, em termos absolutos, os inferiores.

O modelo antiantropológico de Pinker, Tooby, Cosmides e de tantos outros críticos, apresenta-se de imediato, a um primeiro olhar, como o reverso do que apresentei. O nível 1, pedra-de-toque do seu sistema, abrange um núcleo duro de cognição, que é inato, sendo produto da evolução das espécies. Por sua vez, determina o nível 2, pelo que diz respeito a um sentido geral do tempo, no qual se baseia uma cognição mais elaborada. Este domina o nível 3, da percepção e inferência, o qual domina o nível 4, das representações «culturais» e das instituições. Por ter na sua base capacidades humanas muito abrangentes, implica que a cognição, a percepção e a representação assentem em fundamentos universais, idênticos para todas as pessoas. As tantas provas de ordem antropológica que muito facilmente poriam em causa todo o edifício são ignoradas, como vimos, com a justificação de se tratar de uma trama obscura.

À primeira vista, os dois modelos não podem parecer mais diferentes. Um defende a diversidade cultural, o outro um plano universal. Um baseia a cognição e a percepção na cultura e na história, tal como se manifesta através de instituições e representações reflexivas/discursivas, outro coloca na sua origem características do cérebro humano geneticamente determinadas. Contudo, o que ambas as formulações implicitamente têm em comum é a assunção de uma unidade ontológica, ou melhor, de uma identidade que atravessa os vários níveis.

O determinismo entre vários níveis de um sistema absoluto não encontra qualquer tipo de justificação. Os dois extremos do sistema são absolutamente diferentes, embora se encontrem intimamente relacionados. Podemos aceitar que, com as suas histórias, os habitantes de Gawa evo-

quem diversas imagens de tempo e espaço, mais do que o fariam pessoas de outras culturas, e que as suas recordações se modifiquem, de momento para momento, sem defender, de forma alguma, que a sua percepção e a sua cognição da duração por isso sejam afectadas. Podemos conceber que a prova de processos inferenciais relativos à causalidade será universal e podemos ainda reconhecer que os Nuer só discursivamente se interessam por um passado mais distante, na medida em que assim se explica a separação social. Mas não é necessária, de forma alguma, essa visão totalizante, simples resultado de uma mistura confusa de diferentes níveis, a designada «construção», a qual é, por vezes, sub-repticiamente introduzida no debate antropológico, como já tive ocasião de notar, através daquelas tentativas, sejam elas grandiosas ou descaradas, de pôr em causa representações científicas de grande difusão. Todavia, logo que nos damos conta de estarmos a trabalhar com coisas diferentes, mas que se encontram intimamente relacionadas entre si, podemos seguramente notar que os Nuer estão mais interessados em falar acerca das estações do ano do que em medir com precisão os intervalos de tempo, ou apercebemo-nos de que as pessoas de Gawa, quando contam uma história ou quando organizam o kula, recorrem a imagens de espaço e de tempo diferentes das que usam quando estão a fazer o jantar, sem afirmarmos que tais evocações *constroem* a sua compreensão do tempo e da causalidade.

Talvez o mais infeliz efeito decorrente do facto de não se considerar que as duas facções em análise estão a falar de coisas diferentes seja a impossibilidade de avançar no debate crítico acerca da relação que se estabelece entre níveis distintos, o reflexivo e o conceptual. Pelo contrário, o reconhecimento da diferença categorial que entre os dois se estabelece deixa em aberto toda uma área de pesquisa.

Sob uma perspectiva cognitiva, poderíamos tentar descobrir qual é o efeito, se é que existe um efeito, exercido por formas de organização institucional, valores e asserções discursivas sobre a cognição. Deveriam servir de guia a esse objectivo os trabalhos que recentemente foram dedicados aos efeitos da estrutura da linguagem na cognição do tempo. Através deles, sabemos que, apesar de serem limitados, dela não se encontram necessariamente ausentes. Os efeitos da pressão a que algumas pessoas estiveram sujeitas em períodos do passado, sucessivamente avaliados, foram estudados em experiências das quais se concluiu que têm por mais breves períodos durante os quais ocorreram eventos que tiveram um desfecho positivo, do que períodos ao longo dos quais se passaram coisas aborrecidas (Cahoon, Edmonds, 1980). As pessoas que vivenciam essas situações não modificam a sua conceptualização do tempo a longo prazo, porque sentem que, «depressa ou devagar, o tempo passa». Contudo, mais tarde, de bom grado admitem ter-se enganado, mostrando-se convencidas de que o seu aborrecimento ou a sua impaciência as influenciaram. A partir do momento em que o sistema social e o sistema cultural geram formas de pressão e de descontração, poderemos considerar o significado que a sua organização tem para a cognição e para a percepção.

Estudos há pouco tempo efectuados acerca da representação metafórica do tempo, pelo que diz respeito a imagens espaciais, considerando todas as variações a que estão sujeitas de língua para língua, revelam que também parecem exercer um certo efeito, ainda que contido, sobre o comportamento e as inferências. Esse tipo de influência suscita interessantes questões acerca dos efeitos da cultura sobre a maturação do núcleo duro do conhecimento num ser que se está a desenvolver, mostrando igualmente como

esses efeitos são delicados quando comparados com as ideias a que foi feita referência no início do presente texto.

Sob um ponto de vista antropológico, contudo, os interrogativos suscitados pela diferenciação da natureza das perspectivas em causa são de outra índole. Uma vez que consideramos que os princípios de que partiram Munn ou Evans-Pritchard não nos podem dar informações, em termos directos, acerca da cognição e da percepção nos termos em que pretendiam fazê-lo, podemos então interrogar-nos acerca do tipo de asserções em causa e da forma como podem ser relacionadas com a cognição. É sintomático que os antropólogos apenas se coloquem questões, relativas às atitudes intencionais que subjazem a uma afirmação quando têm de enfrentar asserções de uma bizarrria ultrajante, tais como «os gémeos são aves», ou no caso de rituais. Normalmente, porém, não se colocam perguntas desse género com referência a factos que envolvem uma linguagem mais próxima do quotidiano. Ou melhor, tentam evitá-las.

Nancy Munn serve-me de novo como exemplo. O seu relato é excepcionalmente consciencioso e analítico, mas quando regressamos àquela que é a sua questão central, que diz respeito à relação entre os presentes do kula e o espaço/tempo, deparamo-nos com uma imprecisão típica. Ora nos diz que a iniciação de uma oferta «constrói» [*to construct*] o espaço/tempo, ora nos diz que «transforma» [*to transform*] o espaço/tempo, como se as duas palavras fossem equivalentes. Todavia, no inglês corrente, não têm nada a ver uma com a outra. Se de facto quer dizer *constrói*, a argumentação perde sentido pelas razões apontadas. Se pretende usar «transforma» com maior precisão, então seria necessário que tivéssemos sabido, previamente, o que queria dizer, na medida em que a palavra *transforma* poderia ter sido utilizada em dois sentidos distintos. Pode-

ria ter querido significar que a prática do momento transforma o espaço/tempo, relativamente à representação pré-existente, como na descabida citação de Giddens. Mas com certeza que isso não é possível, conforme acima observei, dado que a cognição temporal tem de ser um *a priori* para que ocorra uma comunicação plena, na medida em que qualquer asserção tem de assentar num quadro prévio.

Poderia então ter sido atribuído um outro significado a *transforma*. A palavra teria podido indicar que discurso e acção são uma espécie de negação semiconsciente de um quadro comum e indiscutível. Nesse caso, um presente kula devia ser entendido como uma acção que diz, «eu sei que tu, meu parceiro, estás longe no espaço e que a distância espacial, quer para ti, quer para mim, é um dado de facto, sem termos outra alternativa que não a de o aceitar, embora ao dar-te este presente eu vá criar uma relação de troca em virtude da qual, com recurso às nossas instituições e ao nosso conhecimento das emoções, poderemos negar a separação espacial através da criação social». Então o kula pode ser visto como algo semelhante à poesia, como uma espécie de metacomentário a uma cognição comum, um desmentido que reconhece o que não pode ser desmentido.

As implicações cognitivas passam a ser bastante diferentes, sem que entrem em conflito, de modo algum, com o que sabemos acerca da cognição de espaço e tempo. Nem poderiam nunca ser classificadas como inúteis por Pinker e por outros críticos, ou ser postas de lado, porquanto nos levam a deter-nos sobre a crucial diferença entre nós e os chimpanzés, aos quais tanto Munn como Pinker, com uma certa graça, negam a capacidade dos seres humanos para viverem num mundo que representam através de uma multiplicidade de níveis que entre si mantêm relações dialécticas.

Bibliografia

- BAILLARGEON, KOTOVSKY, NEEDHAM (1995), «The acquisition of physical knowledge in infancy», in Sperber, D., Premack, D., Premack, A., (eds.) *Causal Cognition*, Cambridge University Press, Cambridge.
- BOWER, T. G. R. (1989), *The Rational Infant. Learning in Infancy*, Freeman & Company, Nova Iorque.
- BULLOCK, M., GELMAN, R. (1979), «Preschool children's assumption about cause and effect: Temporal ordering», *Child Development*, 50, pp. 89-96.
- CAHOON, D., EDMONDS, E. M. (1980), «The watched pot still won't boil: Expectancy as a variable in estimating the passage of time», *Bulletin of the Psychonomic Society*, 16, pp. 115-116.
- CARROLL, J. B. (1956), «Introduction», WHORF, B. L., *Language, Thought and Reality: Selected Writings of B. L. Whorf*, MIT Press, Cambridge.
- DURKHEIM, E. (1912), *The Elementary Forms of the Religious Life*, Alcan, Paris.
- EVANS-PRITCHARD, E. E. (1940), *The Nuer*, Oxford University Press, Oxford.
- FRIEDMAN, W. J. (1990), *About Time: Inventing the Fourth Dimension*, MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- LANDES, D. (1998), *The Wealth and Poverty of Nations*, Little Brown, Londres.
- LUCY, J. (1992), *Language Diversity and Thought: A Reformulation of the Linguistic Diversity Hypothesis*, Cambridge University Press, Cambridge.
- MALOTKI, E. (1983), *Hopi Time: a Linguistic Analysis of Temporal Categories in the Hopi Language*, Mouton, Berlim.
- MAUSS, M. (1906), «Essai sur les variations saisonnières des sociétés eskimo. Étude de morphologie sociale», *L'Année Sociologique*, 9, pp. 39-132.
- MUNN, N. (1986), *The Fame of Gawa: A Symbolic Study of Value Transformation in a Massim (Papua New Guinea) Society*, Duke University Press, Durham.

- NELSON, K. (1986), *Event Knowledge, Structure and Function in Development*, N. J. Erlbaum, Hillsdale.
- O'CONNELL, B., GERARD, A. (1985), «Scripts and crabs: The development of sequential understanding», *Child Development*, 56, pp. 671-681.
- PIAGET, J. (1969), *The Child's Conception of Time*, Routledge, Londres.
- PINKER, S. (1994), *The Language Instinct*, Harper Collins, Nova Iorque.
- SLOBIN, D. (1996), «From 'thought and language' to 'thinking for speaking'», in Gumpertz, J., Levinson, S., *Rethinking Linguistic Relativity*, Cambridge University Press, Cambridge.
- SPELKE, Philips, A., WOODWARD, A. (1995), «Infant's knowledge of object motion and human action», in Sperber, D., Premack, D., Premack, A. (eds.), *Causal Cognition*, Cambridge University Press, Cambridge.
- TOOBY, J., COSMIDES, L. (1992), «Psychological foundations of culture», in Barkow, J., Cosmides, L., Tooby, J., *The Adapted Mind: Evolutionary Psychology and the Generation of Culture*, Oxford University Press, Oxford.
- WHORF, B. L. (1956), *Language, Thought and Reality: Selected Writings of B. L. Whorf*, MIT Press, Cambridge.

Uma literatura do tempo: a ficção científica

JOSÉ MANUEL MOTA

Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra

zmmota@netcabo.pt

0. Da comunicação de Maurice Bloch recolho esta asserção: «although modern physics has since [Newtonian theory] dramatically changed the specialist's understanding, this has hardly had an influence on ordinary thinking or most science». Isto é, para nós todos, o tempo é... o tempo. O mesmo de sempre (e «sempre» é advérbio de tempo). Mas para «eles» — os físicos, os cientistas da natureza — o tempo (que é, obviamente, também o mesmo que para nós) é ainda outra coisa: algo que se tem de definir: para Newton, para Einstein, para Heisenberg. Como o foi para Bergson, o que intuiu a separação do tempo de todos e cada um do tempo igual, ou estranho a todos, que «eles», os cientistas da natureza, definem e medem.

A célebre frase de Agostinho de Hipona «Que é, por conseguinte, o tempo? Se ninguém mo perguntar, eu sei; se o quiser explicar a quem me fizer a pergunta, já não sei» (383) parece ir ao encontro do que julgo descortinar no texto de Bloch: isto é, que, do mesmo modo que Chomsky propunha um mecanismo cerebral inato para a aquisição da linguagem (o LAD, *language acquisition device*), também para a apreensão do tempo há algo de mecanismo inato na nossa espécie. É que esse mecanismo transcende todas as hipóteses mais ou menos determinísticas de base whorfiana.

Nessa ordem de ideias, não sendo eu nem físico, nem relojoeiro, nem filósofo, nem psicólogo, mas tão só professor de literatura, que tenho eu a dizer sobre o tempo? Pouco. Que sabem os estudiosos da literatura (não é por humildade, é por desconfiança ou desencanto que lhes não chamo cientistas) do tempo? Divagações sobre tempo e discurso, tempo da narrativa, tempo dramático? O tempo da poesia, o ritmo? Saberão o mesmo os que os outros todos: a intuição comum, e umas especiosidades técnicas para consumo interno. Pouco, portanto.

Não me compete, assim, falar do que não sei. Direi antes da minha experiência como leitor do ramo da literatura a que me dediquei — a ficção científica. Um fenómeno moderno, nascido no tempo e do tempo em que a ciência, sob a forma de tecnologia, invadiu o quotidiano. Não um género maior, muitas vezes uma subliteratura, ou simplesmente lixo cultural, mas, nas suas manifestações mais conseguidas, capaz de transpor a barreira entre «as duas culturas», a das humanidades e a científico-tecnológica.

Por ser filha da literatura fantástica, e procurar lugares e tempos que não os do real experimentado (e qual a ficção que o não faz? — mas isso é outra história), a ficção científica mergulha intensamente nas ondas do tempo.

Começou por ser a literatura «de antecipação», e acabou literatura de universos alternativos ou dum futuro distante que já não é antecipado, isto é, a antecipação, analogia extrapolativa, deu lugar a uma procura dum espaço-tempo outro: um futuro remoto, um presente (até mesmo um passado) distorcido, sobre-real, e qualquer deles imagem — metáfora, parábola, alegoria — do real quotidiano do autor. Um homem (e hoje cada vez mais uma mulher) do seu tempo.

1. «Cíclico ou linear, progressivo ou regressivo, o tempo» (assim começava o texto da apresentação de «Tempo e Ciência»). E qual é o tempo da literatura de ficção científica?

O tempo é sempre circular, pelo menos num sentido: para o descrever temos de contá-lo, medi-lo — e o tempo é medido em círculos (o que chamamos «períodos»): o círculo percorrido pelo Sol em redor da Terra, todos os dias; pela esfera celeste, todos os anos; por nós representado, analogicamente, no girar dos ponteiros do relógio.

Em Verne, o tempo é também circular. Isto é, as aventuras nas suas «Viagens Maravilhosas aos Mundos Conhecidos e Desconhecidos» são sempre circulares, de retorno ao ponto de partida. *Le Tour du Monde en Quatre-Vingts Jours* (1873) é uma volta à Terra (numa luta *contra* o tempo); *Kéraban le Têtu* (1883) uma viagem à volta do mar Negro: a própria viagem à Lua, se é primeiro *De la Terre à la Lune* (1865), continua-se *Autour de la Lune* (1869), e os viajantes acabam por regressar à Terra; a circularidade está presente também em *Hector Servadac* (1877), uma viagem «à roda» do sistema solar¹. A viagem

¹ O percurso circular, no espaço, equivale aos ciclos desenhados pela mecânica celeste, e é além disso imagem da circulação de bens característica do liberalismo oitocentista (Cf. Angenot, 20).

no tempo para a frente, sem retorno, é a autêntica narrativa antecipatória; à ficção científica chama-se ainda, por vezes, e segundo uma tradição francesa, literatura de antecipação.

Mas na obra de Verne a antecipação é pouco futurista: são inventos e maravilhas tecnológicas, extrapolações a curto prazo a partir da ciência da época, resultantes do optimismo positivista da revolução industrial de oitocentos. «Antecipação» no sentido de projecção futurológica (viagem imaginária ao futuro) fê-la Verne com *Paris au XX.^{ème} siècle*, de 1863 (anterior às suas Viagens Extraordinárias), descoberta postumamente, há poucos anos, e publicada pela primeira vez em 1994.

Por outro lado, uma das últimas obras do mesmo autor, publicada cinco anos depois da sua morte, é *L'Éternel Adam* (1910), uma história passada num futuro distante onde o mito de Adão e Eva se reencena após uma catástrofe universal — no caso vertente, um dilúvio. O tempo circular aí tornou-se cíclico, como o tempo do mito (ao contrário do que acontece nas narrativas de viagens circulares, em que o fechamento do círculo significava a conclusão da aventura).

A progénie duma concepção cíclica do tempo, na literatura da fantasia científica, é infinda. Isso acontece provavelmente porque a ficção científica se assume como a mitologia do presente, e daí a incorporação das suas fábulas nessa concepção cíclica, mítica, do tempo e da história². Assim, em *A Canticle for Leibowitz* (1964),

² Isso está também, talvez, na origem do êxito das teorias jungianas junto dos fabulistas do género. A sua abertura a misticismos dúbios está de acordo com aquilo que para muitos desses mesmos fabulistas é inconfessável: que praticam de facto a fantasia, e que a sua fantasia não é nada científica.

Walter M. Miller, Jr dá-nos uma visão judaico-cristã dum retorno cíclico da história que nos leva dum holocausto nuclear, previsível nos anos de guerra fria em que Miller escreve (1955-1960), a uma nova idade média, uma nova renascença — e a um novo apocalipse atómico. Antes dele, a longa epopeia de James Blish *Cities in Flight* (quatro romances, 1950-1962), aproveita a concepção dos ciclos das civilizações exposta por Spengler para as aventuras das suas cidades viajando pelo espaço, e, na elegíaca *Pavane* (coleção de novelas interligadas, 1966-1968), Keith Roberts acaba por rever as histórias numa História alternativa enquanto uma outra História entendida ciclicamente, numa *ewige Wiederkunft* quase nietzschiana.

Já Ursula K. Le Guin, no poético romance anarquista que é *The Dispossessed* (1974), usa a física do tempo como metáfora do próprio saber (veja-se o texto de Tavormina), e o tempo, se não cíclico, mas «simul-sequencial», é reinterpretado pelo herói-cientista numa arrojada transcendência da física quântica e pós-heisenberguiana (referida como «the magnificent incoherences of quantum mechanics with its high technological yields»). Mas, se o elemento científico (que na ficção científica é *sempre* pseudo-científico) é ousado, já o viver das personagens tem muito de familiar, e o tempo da viagem (a viagem é peregrinação e enriquecimento interior) é expresso num dístico com a concisão de um *haiku*: *To be whole is to be part:/true voyage is return* (76). E comenta-se noutra ponto, recuperando Heraclito: *You can go home, the General Temporal Theory asserts, so long as you understand that home is a place where you have never been* (52).

2. Fale-se de tempo e de ficção científica, e acabaremos por falar da primeira obra maior a tratar do tema: *The Time Machine*, de H. G. Wells. Aí se abordam vários tem-

pos, começando pelo próprio tempo relativístico (o livro é de 1895, mas a ideia já andava no ar): «scientific people... know very well that Time is only a kind of Space» (33), diz o Viajante do Tempo, no princípio, ao impingir ao seu auditório os pressupostos retóricos da sua invenção. Ora a «máquina do tempo» — o veículo de viagem temporal —, se a reduzirmos à sua expressão mais simples, aparece como num passe de mágica; é apenas, usando nós impropriamente a terminologia de I. A. Richards, o veículo dum determinado teor: a discussão sobre o progresso humano, tanto cultural como biológico. Porque o tempo mais importante para o autor, tão marcado por Darwin (e o seu discípulo T. H. Huxley), é o tempo biológico da Terra: o tempo ao longo do qual evoluíram as espécies; um tempo meta-histórico, portanto. (Mais tarde Wells veio a interessar-se pelo tempo histórico, quer enquanto historiador, quer enquanto utopista, mas a isso me referirei mais adiante).

O outro tempo determinante no livrinho de Wells é o tempo cósmico: é o tempo físico ao longo do qual se caminha para o fim. A segunda lei da termodinâmica e a morte do universo pelo calor é uma preocupação central numa novela escrita na viragem do século XIX para o XX, esse *fin-du-siècle* que é também um *fin-de-race* e um *fin-du-monde* (cf. a leitura de Bergonzi, especialmente o capítulo 1).

A viagem no tempo é assumida por Wells em todos os sentidos: até no sentido em que viver é viajar no tempo, do nascimento até à morte. Outros utilizaram-na para aventuras mirabolantes, ou para explorar os paradoxos inerentes à viagem ao passado que alterará o presente, exercícios de estilo, jogos literários ou *jeux d'esprit* como os de Robert Heinlein («All you Zombies», 1959); os «túneis do tempo», as «patrulhas do tempo» de Poul Anderson (que impedem

que viajantes no tempo intrometidos atropem o curso da história), ou os guerreiros das batalhas temporais do elegante *The Big Time* (1961), de Fritz Leiber; e os *time-slips* — saltos entre tempos alternativos, em que no caso de Philip K. Dick (*Martian Time Slip*, 1964), as descontinuidades temporais são produto de perturbações mentais (autismo, esquizofrenia) que reflectem/reagem a um mundo insano (numa linha evocativa da antipsiquiatria de R. D. Laing).

3. Ao jogar com o tempo, ao permitir diferentes linhas temporais que vão permitir mundos alternativos — opções diferentes na história —, a ficção científica abre caminho à discussão do nosso próprio mundo e abre-se a outro género, ou subgénero literário, que alguns (como Darko Suvin, desde 1973) consideram uma subdivisão da mesma ficção científica: a utopia. Se a utopia é uma contestação da história, a invenção, a proposta dum lugar-outro em que a história correu melhor que aqui, então ao reescrever o lugar da história está também a reescrever, a reinventar o Tempo (demos-lhe, por uma vez, a maiúscula). Se a utopia foi muito tempo numa ilha ignota, num vale remoto e inacessível, enquanto o mapa do planeta ia sendo extensivamente desenhado, chegou-se, no fim do século XIX, à utopia moderna que ou se constrói hipoteticamente noutra mundo (como em *A Modern Utopia*, 1905, de Wells) ou se desloca para um horizonte de esperança a realizar no tempo que há-de vir. As novas utopias projectam-se no futuro, num tempo linear, unidireccional. Por vezes até, quando a ficção utópica se cruza com as convenções tradicionais da ficção científica e se permite inventar vários futuros alternativos, várias possibilidades de resposta aos problemas do presente, esse tempo futuro projecta-se pluridireccionalmente em tempos paralelos.

Citei Wells, obrigatoriamente, ao falar da fantasiosa máquina do tempo; voltei a falar dele, incidentalmente, a propósito do tempo da utopia. Wells soube articular essas duas perspectivas: em *A Máquina do Tempo* levou o seu Viajante até um ponto futuro em que a humanidade havia fruído da felicidade utópica, mas degenerando depois (a utopia é histórica, dinâmica, não estática...); em *Uma Utopia Moderna* a alternativa posta em discussão é um projecto para a nossa própria história.

4. H. G. Wells é o «pai» da ficção científica do século xx; Philip K. Dick, de quem mencionei os tempos e universos alternativos, é dos mais conceituados autores do fim do mesmo século. Se a preocupação com a construção da utopia, por parte de Wells, o fez abandonar a fantasia científica convencional — abandonou, por assim dizer, a arte por amor à causa do planeamento utópico —, em Dick a «planificação temporal» está de todo ausente; utopia nele é um vago desejo ou ânsia de algo melhor que a condição presente, que nos é apresentada como um *locus infernalis*. O jovem Wells mostrava a contradição insolúvel entre um desejo de ultrapassar as leis cegas da evolução — o desejo de criar a ordem nova, a sociedade mais perfeita (a utopia) — e a inelutável lei cósmica que conduz à morte do universo. Contra a lei da entropia não há nada a fazer: toda a resistência é relativa e transitória, condenada ao fracasso final. Mas há que resistir: «if that is so, it remains for us to live as though it were not so», diz-se no final de *The Time Machine*.

Sessenta anos mais tarde, Philip K. Dick vê na sociedade de consumo uma ordem sócio-económica produto duma civilização industrial que é o primeiro catalisador da segunda lei da termodinâmica. O bom funcionamento da economia, as «vitórias» dos grandes industriais, acele-

rando a circulação dos bens de consumo, contribuem para o aumento da entropia. O resultado é, na palavra criada por Dick, *kipple*:

kipple is useless objects, like junk mail or match-folders [...] when nobody is around, kipple reproduces itself [...] there's the first law of kipple. Kipple drives out non-kipple [...] no one can win against kipple, except temporarily and maybe in one spot, like in my apartment [...] the entire universe is moving toward a final state of total, absolute kippleization³. (cap. 6)

O que se mantém presente, como em Wells, é a luta contra o caos, a desagregação, a desordem crescente que o tempo — e a acção dos homens no tempo — provoca, ou acelera. Ao decadentismo das páginas de *The Time Machine* responde Dick com a angústia do *Memento mori* num mundo espectral e alienante. No seu romance *The Three Stigmata of Palmer Eldritch* (1964) aparece o mesmo optimismo postico de resistência ao inelutável: «we're only made out of dust. [...] But even considering [...] we're not doing too bad. So I personally have faith that even in this lousy situation we're faced with we can make it.» (5)

5. Finalmente: comentando a asserção de Kim S. Robinson de que a ficção científica é um género histórico — no sentido em que a ficção apresentada tem sempre um vínculo histórico implícito a unir o tempo da ficção ao nosso próprio presente, John Clute sugere que esta ideia «underline[s] the sense US sf convey[s] of being connected to the linear, time-bound logic of the Western world»

³ Dick, P. K., *Do Androids Dream of Electric Sheep?*, cap. 6.

(Clute, 1993, 314). E voltamos ao princípio: o tempo newtoniano, linear, preside a uma concepção de progresso tecnológico, também linear, que subjaz à hegemónica filosofia do desenvolvimento económico *e social* do mundo ocidental, ao modo como entendemos o «progresso». Foi neste mundo que surgiu o fenómeno socioliterário a que chamamos ficção científica. Felizmente, a literatura guarda alguma liberdade para contestar essa hegemonia: desde reinventar o tempo circular a contestar os caminhos do progresso — como o fazia já Wells, e como ostensivamente o fazem, recorrentemente, muitos outros. A mitização do progresso parece ser o pano de fundo da ficção científica, da literatura de antecipação, mas inventar histórias onde esse progresso (sempre tecnológico...) apareça nas suas consequências mais absurdas e sob a forma dos mais indizíveis pesadelos é igualmente produto da mesma ficção científica. É ver James Ballard cantando ambigualmente nos *Myths of the Near Future* (1982) as possibilidades ou as perversões da sociedade pós-industrial, ou Martin Amis com os seus *Einstein's Monsters* (1987), filhos de várias catástrofes (ou o sua *Time's Arrow*, 1991, que corre para trás...), ou John Sladek, que repensa o optimismo robótico de Isaac Asimov nos seus dois *Roderick* (1980, 1983), ou John Updike em *Toward the End of Time* (1997), ou Vonnegut em *Timequake* (1997)...

P. S. Só faltaria mesmo, para acabar, perguntar a um autor de ficção científica o que é o tempo. Como já mencionei os melhores autores, vou terminar com um dos menos cotados: o *pulp writer* Ray Cummings, que na sua novela *The Man Who Mastered Time* define o tempo como ele é: *what keeps everything from happening at once* (citado em Clute, 1993, 1228).

Bibliografia

- ANGENOT, MARC (1979), «Jules Verne: the Last Happy Utopianist», Parrinder, Patrick (ed.), *Science Fiction: a Critical Guide*, Londres, Longman.
- BERGONZI, Bernard (1960), *The Early H. G. Wells*, Manchester, Manchester University Press.
- BLOCH, Maurice, «Que espécie de ser é que os antropólogos assumem estudar. O exemplo da compreensão do tempo», neste mesmo volume.
- CLUTE, John (ed.) (1993), *The Encyclopedia of Science Fiction*, Londres, Orbit.
- DICK, Philip K., *The Three Stigmata of Palmer Eldritch*, Londres, Panther, 1978.
- LE GUIN, Ursula K., *The Dispossessed*, Londres, Granada, 1975.
- TAVORMINA, Maria Teresa, «Physics as Metaphor: the General Temporal Theory in Le Guin's *The Dispossessed*», *Mosaic*, 13 (1980).
- SANTO AGOSTINHO, *Confissões*, trad. J. Oliveira Santos e A. Ambrósio de Pina, 2.^a ed., Porto, Livraria Apostolado da Imprensa.
- SUVIN, Darko, «Defining the Literary Genre of Utopia: Some Historical Semantics, Some Genology, a Proposal and a Plea», *Studies in the Literary Imagination*, 6.2 (1973) (depois reimpresso como o terceiro capítulo de Suvin, *Metamorphoses of Science Fiction*, New Haven, Londres, Yale University Press, 1979).
- WELLS, H. G., *The Definitive Time Machine*, Bloomington e Indianapolis, Indiana University Press, 1987.

Comentário ao texto de Maurice Bloch

LUÍS REIS TORGAL

Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra

lrtorgal@netcabo.pt

1. Nesta breve e informal intervenção de comentário ao Prof. Bloch (que, na verdade, é mais uma reflexão solta do que um comentário), apenas desejo, em síntese, fazer a defesa da antropologia. Na verdade, a história deve muito à antropologia, dado que ela nos veio, a nós historiadores, dar uma outra dimensão do tempo.

É certo que desde Heródoto, considerado no ocidente o «pai da história», se tem a noção de que ela é a arte de contar a vida do homem no espaço e no tempo. Hoje diria que a história tem também o estatuto de ciência ou de «literatura científica», como lhe costume chamar. Mas nem por isso, até quase aos nossos dias, se teve uma dimensão correcta do tempo e do espaço. Por exemplo, o conceito

vulgar e generalizado de história universal é afinal sobretudo um conceito de história universal centrado na experiência de tempo e de espaço de quem a vê. Por isso a história universal — expressão hoje, felizmente, menos utilizada — era sobretudo a «história universal» vista pelo olhar europeu.

É preciso viajar — percorrer o espaço — e entrar em contacto com os homens e as culturas para perceber como é diversa a noção do tempo. Ainda há dias li um texto do diário da Zélia Gattai, no qual dizia, ao vir da Bahia pela primeira vez à Europa, como ficara impressionada com as estações do ano, que lhe davam uma outra dimensão do tempo, como se tem, quando se muda de lugar, uma outra dimensão do espaço, relacionado não apenas com o que se vê, mas até com o que se sente, por exemplo mesmo ao nível do olfacto. Os cheiros da África são algo inesquecível para quem alguma vez ali viveu.

O tempo está, pois, igualmente relacionado com o maior «nomadismo» ou «sedentarismo» do homem, embora o nomadismo dos povos do deserto possa não lhes dar uma noção de tempo muito complexa, visto ser pautado pelas regras de um quotidiano muito uniforme. Contudo, quem não sai do mesmo sítio tem uma noção de tempo diferente de quem se desloca de um lado para outro, assim como um ilhéu poderá ter a noção de tempo diferente de um habitante de um grande continente, nomeadamente de um continente em constante ebulição. A leitura é, porém, uma forma de viajar, que pode atenuar o isolamento de certos homens mais dados ao «sedentarismo». E estas diferenças entre o «sedentário» e o «nómada» vão-se desfazendo hoje, é certo, com a globalização, ou com o conhecimento «simultâneo» de acontecimentos que se vão verificando nas diversas partes do mundo, mas em especial com a transferência de produtos e de conhecimentos. Seja como for, há

ainda uma reserva de protecção que mantém a «diferença», dado que o «virtual», apesar de tudo, não se pode sobrepor ao «real».

2. Quando estive em África, na Guiné, em serviço militar, no final dos anos 60, devido à minha formação de aprendiz de história e a uma pouco importante formação na área de antropologia (limitada a cadeiras de Etnologia, que eram apenas opções no curso), procurei fazer um estudo sobre a etnia balanta, de que ainda guardo muitos apontamentos manuscritos. A minha maior dificuldade era entender a noção do tempo e a dimensão da morte (a qual supõe a noção de tempo), que não é a mesma dos países europeus. E esse meu interesse em realizar um estudo sobre os balantas, em «chão balanta», resultou também da primeira experiência que tive quando cheguei a Mansoa e deparei com a celebração da morte de um «homem grande», que originou uma grande festa, um batuque de sete dias. A morte e a vida não têm entre alguns povos verdadeira separação, nem sequer separação espacial, pois os mortos são enterrados perto dos vivos, comungando com eles o quotidiano da «tabanca».

Como dizia Pina Cabral, a morte pode ser entendida como um reviver. Mas, se assim sucede nas culturas africanas e de outros povos situados noutros locais do planeta, nas nossas civilizações ocidentais, cheias de «vitalidade» e mais dramaticamente confrontadas com a ideia da morte, pode igualmente haver uma noção de morte como um reviver. É o que sucede com o comemorativismo de raiz positivista e com a ideia de que os mortos comandam mais a história do que os vivos.

3. Desejava sintetizar, antes de concluir, que devo, em grande parte, à minha experiência e aos escassos conhecimentos de antropologia a minha visão do tempo, que passa pela relativização da importância das civilizações ditas

«desenvolvidas», não recusando, obviamente, os seus valores, quando bem utilizados, de que quotidianamente usufruo.

Depois destas modestas considerações, ditas e depois escritas desordenadamente, por assim dizer «ao correr do espírito», proponho que, em história, se olhe a cronologia, a «ciência do tempo», com outro olhar e como uma ciência complexa. Nela não está em causa somente a datação, que inspirou obras clássicas de erudição, sobretudo desde o século xvii, por exemplo a datação «antes de Cristo» (a. C.)/«depois de Cristo» (d. C.), que é mais recente do que se supõe — como curiosidade, o documento, algo polémico, de criação desta universidade (que veio a ser a de Coimbra), em Lisboa, por D. Dinis, dá-a como fundada, não em 1290 (data por todos nós conhecida), mas no ano de 1328 da «era de César», pois só pelo século xv se passou a adoptar a «era de Cristo». E por várias vezes nos movimentos revolucionários de esquerda e de direita se pretendeu utilizar outra datação e outros calendários. É o caso exemplar da Revolução Francesa, mas também, com outro sentido, mais simples, sem quebrar com o calendário cristão, o caso do fascismo.

Nesta visão complexa da cronologia deve todavia salientar-se sobretudo o papel da antropologia, que veio transformar profundamente a ideia de tempo em história. Por exemplo, só depois dos anos 50 do século xx se quebrou a ideia dos «povos sem história», assim pensados, numa consciência «colonial-ocidental», porque se entendia que eram povos sem escrita e sem a noção de tempo longo. O que se concluiu é que esses povos tinham uma noção «diferente» de tempo, e os acontecimentos eram conservados numa memória oralizada. Os conceitos de conjuntura e de estrutura — hoje mais afastadas do modismo, conceitos que fizeram as delícias da «história nova», mas que

permanecem como ideias importantes da epistemologia histórica — resultam também de outras visões, criadas fundamentalmente no domínio de outras ciências sociais menos «nervosas», como a antropologia e a sociologia. Hoje, apesar do regresso e da apologia, que muitas vezes se faz, da «história política» e da narrativa, não podemos dizer que voltámos à noção simples de uma cronologia «acontecimental». Para além da consciência da complexidade dos problemas de tempo, temos a noção relativista de que qualquer cronologia se situa num espaço e num tempo próprios, que funcionam como fundamento e justificação da sua centralidade.

A velha ciência da cronologia é pois outra, bem diferente daquela de que falavam os antigos... E o mesmo se passa com a mais antiga arte ou ciência da história, que deve preocupar-se constantemente em tornar-se «nova», sem modismos e simplismos, mas com o gosto da interrogação constante, que passa necessariamente pelo questionamento da noção de tempo.

Outras versões da realidade? Maurice Bloch e o relativismo cultural

ROBERT ROWLAND

Departamento de Antropologia, ISCTE

robert@rowland.iscte.pt

Segundo um manual de introdução à antropologia bastante difundido em Portugal, «o relativismo cultural [...] é uma aquisição da antropologia e o seu significado cultural leva ao respeito por todas as culturas». Segundo o autor, é através da «valorização de todas as variantes culturais» que a antropologia se torna capaz de «superar as discriminações e os preconceitos» e de combater o etnocentrismo, definido como «doença cultural que [...] leva, necessariamente, ao preconceito social e cultural» (Bernardi, 1978, 45).

Não é difícil compreender a atracção que uma tal perspectiva pode exercer sobre os jovens nas sociedades actuais,

em que as consequências da globalização e a problemática do multiculturalismo têm vindo cada vez mais a ocupar o centro das atenções. Para além da atracção pelo exótico, uma preocupação ética com a diversidade cultural e as suas implicações parece encontrar-se frequentemente por trás da escolha de curso feita pelos alunos, que vêm para a faculdade, muitas vezes, convencidos de que a missão da antropologia, entendida como imperativo moral, é a compreensão do outro. Cumprir-nos-ia por isso esclarecer logo à partida, nas cadeiras introdutórias dos cursos de antropologia, em que medida esse projecto é viável e quais são as suas principais implicações epistemológicas. Isto passaria pela discussão explícita do modo como, pelo menos desde a sua institucionalização académica em finais do século XIX, a antropologia tem vindo a (re)definir o seu objecto. O que nem sempre se faz.

Num texto recente, Maurice Bloch (2005) acusa os antropólogos de se terem a tal ponto deixado dispersar, levados pelo relativismo cultural, por sucessivos temas em moda que a antropologia hoje em dia já não possui nem coerência, nem método, nem objecto definido. A resposta, segundo Bloch, passaria pela recuperação de uma preocupação simultânea com as características universais do homem (a «natureza humana») e com o modo de organização de diferentes sistemas socioculturais. Em relação a estes últimos, a «cultura» deveria, no seu entender, ser contextualizada e analisada — numa abordagem que define como «funcionalista» — como parte do processo ecológico de vida das pessoas em contextos determinados, e não apenas como um sistema autónomo de características culturais, crenças, símbolos, representações, etc. A discussão da noção de tempo que o autor agora nos propõe faz parte, assim — como, de resto, se indica no próprio título — de uma discussão mais ampla sobre a problemá-

tica do relativismo cultural e sobre o próprio objecto da antropologia.

Se o relativismo cultural que atrai os nossos alunos hoje em dia parece derivar de um imperativo moral, as suas origens têm pouco a ver com a recusa do etnocentrismo ou com o multiculturalismo. Prendem-se antes com o movimento das ideias na Europa de finais do século XIX e em particular com a trajectória intelectual, e com a influência na antropologia norte-americana, de Franz Boas. Enquanto jovem estudante de Geografia na Alemanha, no início da década de 1880, Boas fora influenciado pelo idealismo neokantiano dos adversários do darwinismo. A sua insistência na primazia do espírito sobre a biologia levou-o, ainda em 1888 (antes mesmo de ter iniciado os seus estudos antropológicos), a afirmar que «os dados da etnologia provam que não apenas o nosso conhecimento, como as nossas próprias emoções, resultam da forma da nossa vida social e da história do povo a que pertencemos» (1966 [1888], 636). Muitos dos seus trabalhos, e dos dos seus discípulos, inseriam-se explícita ou implicitamente neste programa idealista. Demonstrar a variabilidade, de uma cultura a outra, de formas de comportamento supostamente resultantes das características naturais e biológicas do homem — como, por exemplo, a vivência da sexualidade e da adolescência, a expressão da agressividade, ou a natureza dos papéis masculino e feminino — era uma maneira de afirmar, nesses termos, a primazia do espírito e de constituir a antropologia como ciência da cultura.

Os trabalhos de Boas e dos seus discípulos — bastará recordar aqui os nomes de Kroeber, Margaret Mead ou Ruth Benedict — adquiriram contudo uma ressonância mais ampla (e ideológica) no âmbito da chamada controvérsia *nature/nurture*, acerca do papel respectivo da biologia e da cultura, ou de factores fisiológicos e ambientais

na determinação do comportamento humano — desde a sexualidade ao aproveitamento escolar (ou ao QI) e à propensão para a delinquência. Neste contexto, o «relativismo» passou a estar conotado com uma posição política *liberal*, ou progressista, e com uma ideologia favorável à acção afirmativa do Estado, enquanto uma posição «anti-relativista», que procura explicar essas mesmas diferenças de comportamento através de factores biológicos ou naturais, passou a estar associada a uma ideologia política conservadora, à recusa do multiculturalismo e à defesa dos valores «universalistas» do Ocidente¹.

Independentemente dessas ressonâncias ideológicas, que no contexto norte-americano têm vindo a alimentar uma disputa interminável e parecem destinadas a contaminar a própria discussão em antropologia, o relativismo cultural levanta um conjunto de questões teóricas que merecem ser aqui brevemente esclarecidas².

Quando se fala em relativismo cultural está-se a referir a variabilidade, entre culturas, de um fenómeno x — e, por

¹ A título de exemplo, poder-se-ia referir a publicação regular de artigos contra o «relativismo» numa revista neoconservadora como *The New Criterion*. Cfr. Windschuttle, 2002.

² Em muitos casos — como, por exemplo, no texto de Bernardi citado no início deste comentário ou em muitas das discussões ideológicas norte-americanas —, o relativismo refere-se, em termos bastante amplos, à *avaliação* de culturas ou formas culturalmente específicas de comportamento. O relativismo, neste sentido valorativo, equivale à recusa de considerar qualquer cultura (por exemplo, a «civilização ocidental») superior ou modelo para as outras. O *locus classicus* desta versão do relativismo é o panfleto *Race et histoire* de Claude Lévi-Strauss (1952), escrito a pedido da UNESCO para combater o preconceito racial e cultural. Mas, em última análise, o que está em causa é o carácter culturalmente relativo de valores e categorias éticas e morais. Neste sentido, não há qualquer diferença essencial entre este e o relativismo cognitivo.

consequente, a noção de que esse mesmo x resulta de factores culturalmente específicos. X , neste contexto, pode referir-se a normas, valores e emoções, mas em última análise o que está em jogo são as categorias de pensamento subjacentes ao fenómeno. Neste sentido, o relativismo cultural é antes de mais uma questão cognitiva que, nas últimas décadas, tem dado origem, sobretudo no contexto da antropologia social britânica, a uma ampla discussão epistemológica centrada na questão da racionalidade. Face às crenças aparentemente irracionais manifestadas por alguns povos, em relação, por exemplo, à magia e à feitiçaria, argumentou-se que estaríamos não perante formas irracionais de pensamento, mas perante formas alternativas de racionalidade³. As proposições que a nós, ocidentais, apareciam como absurdas ou incompreensíveis readquiririam assim o seu sentido quando vistas no seu contexto apropriado, que é o sistema de pensamento do povo em questão. Criticando esta forma radical de relativismo cognitivo, Lukes, Hollis e outros argumentaram que a compreensão do outro e a explicação do seu comportamento pressupõem que ambos, observador e observado, partilhem uma única e mesma racionalidade, porque de outro modo a comunicação de sentido seria impossível. Para resolver o problema das crenças aparentemente irracionais, Hollis propõe que estas sejam consideradas «crenças rituais»⁴. Outros, numa perspectiva de análise de tipo holista, pro-

³ A discussão que se segue aplica-se de igual modo ao argumento desenvolvido por Sapir e Whorf (cfr. *infra*), segundo o qual as diferenças culturais, no que diz respeito à percepção, implicam a existência de versões alternativas da realidade.

⁴ A dificuldade, neste caso, reside no estabelecimento de um critério objectivo para a definição de uma crença como «ritual». Se o critério for apenas a medida em que o observador/antropólogo a considera racional, estaremos num beco metodológico sem saída.

curaram resolver o problema tentando recuperar, não o sentido *intrínseco* que a crença ou acção possam ter para o próprio actor, mas o seu sentido *extrínseco* ou sociológico, definido em termos do contexto em que ocorre e da lógica de funcionamento da sociedade⁵. Uma vez que a comparação entre sociedades pressupõe a existência de aspectos do seu funcionamento que *não* sejam culturalmente específicos, uma análise funcionalista deste tipo acaba por exigir o recurso a uma definição *a priori* da «essência» de uma sociedade, entendida como definição mínima — e nesse sentido, universal — das características de toda e qualquer sociedade. A chamada «teoria das necessidades» de Malinowski constitui, deste ponto de vista, uma tentativa simplista, mas bem intencionada, de definir invariantes funcionais que pudessem balizar uma análise funcionalista comparativa.

Sem poder aprofundar aqui a discussão, diria apenas que a história da antropologia ao longo do século XX mostra: (1) que o relativismo cultural, levado até às suas últimas consequências, põe em causa a comunicação intercultural de sentido (e, por conseguinte, a própria possibilidade da antropologia) e (2) que uma análise comparativa, mesmo num quadro de relativismo cultural, pressupõe a definição prévia de características universais (dos *homens* ou das *sociedades*, ou — diria eu — do *homem-em-sociedade*) capazes de garantir a comparabilidade dos fenómenos analisados⁶.

A questão do tempo, escolhida por Bloch para fundamentar a sua crítica do relativismo cultural, é, neste con-

⁵ É o caso de muitos dos estudos sobre a feitiçaria africana efectuados após a Segunda Guerra Mundial.

⁶ Permito-me remeter aqui para a discussão mais ampla da questão em Wilson, 1974, Hollis e Lukes, 1982, e Rowland, 1987.

texto, uma questão fulcral. A categoria do tempo, tal como a do espaço, é constitutiva de qualquer visão do mundo. Se dois povos tivessem concepções diferentes do tempo (ou do espaço), seria a sua própria percepção da realidade que estaria em questão. Poder-se-ia de facto afirmar que viviam em mundos diferentes, em versões diferentes da realidade. Demonstrar a relatividade das concepções de tempo equivaleria a demonstrar, de maneira iniludível, a primazia da cultura sobre a biologia e a força dos determinismos culturais na estruturação da percepção sensorial.

Na antropologia cultural norte-americana, a figura central nesta discussão foi Benjamin Lee Whorf, aluno do linguista Edward Sapir. Fiel ao programa de Boas, Sapir enfatizara, durante a década de 1920, o papel da linguagem na percepção da realidade, atribuindo-lhe uma função estruturante, quando não constitutiva, da realidade vivida⁷. Durante a década seguinte, e até à sua morte prematura, aos 44 anos, em 1941, Whorf debruçou-se em particular sobre o caso dos índios Hopi, argumentando que a própria estrutura da sua língua, e em particular a ausência de tempos verbais, impedia a emergência de uma representação do tempo enquanto tal. Segundo Whorf, para um hopi os acontecimentos e os processos eram situados temporalmente, ou localizados, principalmente em relação a outros acontecimentos ou processos naturais, como a posição do Sol ou a cor do céu ao amanhecer⁸. No seu texto, Bloch refere sucintamente as principais conclusões de Whorf. Mas embora reconheça que as suas teses, pelo menos na sua formulação mais matizada, ainda têm defen-

⁷ Cfr. sobretudo «The Status of Linguistics as a Science», 1958 [1929], 69.

⁸ A maior parte dos trabalhos de Whorf foi publicada apenas após a sua morte. Cfr. em especial Whorf, 1956.

sores, reproduz as conclusões dos seus críticos e parece considerar que a posição de Whorf é demasiado fundamentalista para ser objecto de uma discussão mais aprofundada. A sua crítica centra-se sobretudo em dois estudos: a clássica monografia de E. E. Evans-Pritchard (1940) sobre os Nuer do Sudão meridional, e o estudo mais recente de Nancy Munn (1986) sobre a ilha de Gawa na Papua-Nova Guiné⁹.

Na antropologia social britânica, a figura central na discussão é Evans-Pritchard, que, na sua monografia sobre os Nuer (1940), inclui um célebre capítulo intitulado «Espaço e tempo». Neste, o autor procura demonstrar que entre os Nuer, «em última análise a maioria, talvez todos os conceitos de tempo e espaço são determinados pelo ambiente físico, mas os valores que [estes conceitos] incorporam constituem apenas uma de entre várias respostas possíveis [ao meio ambiente] e dependem também de princípios estruturais, que dizem respeito a uma outra ordem da realidade» (p. 43). Distingue assim entre os «conceitos de tempo que reflectem as relações com o meio ambiente», a que chama o «tempo ecológico», e os que reflectem as relações entre grupos na estrutura social, que nomeia como o «tempo estrutural». Ambos, diz, «se referem a sucessões de acontecimentos» suficientemente importantes para serem recordados e relacionados entre si. O tempo ecológico reflecte o ciclo anual das chuvas e da transumância dos Nuer com o seu gado e refere-se ao tempo curto, constituído por ciclos anuais. Os acontecimentos situados no

⁹ Bloch critica a análise das representações do tempo neste livro, e em particular a noção de que em Gawa o tempo e o espaço são constituídos através de práticas sociais, mas o exemplo não acrescenta muito à crítica mais geral desenvolvida a propósito de Whorf e Evans-Pritchard.

tempo longo dizem respeito às mudanças nas relações entre grupos, como fusões e divisões de linhagens ou unidades territoriais, e têm como referência a estrutura das relações entre esses grupos e a sua profundidade genealógica. Evans-Pritchard afirma que o tempo estrutural é vivido pelos indivíduos de forma progressiva, mas que pela sua própria natureza o tempo ecológico parece ser, e é, cíclico. Mais adiante, especifica ainda que, apesar de se ter referido ao tempo e a unidades de tempo, os próprios Nuer não possuem qualquer palavra equivalente à noção europeia de «tempo». E acrescenta, «os acontecimentos seguem uma ordem lógica, mas não são controlados por um sistema abstracto, não havendo quaisquer pontos de referência autónomos aos quais as actividades tenham de se conformar com precisão» (p. 103).

Segundo Bloch, a análise das representações do tempo entre os Nuer corresponde a uma tentativa de aplicação da análise da determinação social do tempo proposta por Durkheim em *Les Formes élémentaires de la vie religieuse* (1912). Essa análise, diz ele, é falaciosa, na medida em que pretende concluir, com base no facto, em si banal, de as *unidades de medida* do tempo serem variáveis de sociedade para sociedade, que a própria *cognição* do tempo é socialmente estruturada. Por se basear implicitamente no projecto de Durkheim, a análise de Evans-Pritchard encontrar-se-á viciada à partida.

Em relação à análise concreta desenvolvida por Evans-Pritchard, Bloch expõe dois tipos de objecções. Afirma, antes de mais, que o próprio autor apresenta dados que contradizem o seu argumento. O antropólogo britânico diria, assim, que a concepção do tempo entre os Nuer era cíclica, e depois falaria de situações que pressupõem a irreversibilidade dos acontecimentos e que seriam incompatíveis com qualquer concepção cíclica do tempo. Ora,

apesar de Evans-Pritchard afirmar (p. 95) que «o tempo ecológico parece ser, e é, cíclico», o contexto torna claro que o tempo ecológico, ou curto, é cíclico apenas na medida exacta em que as «sucessões de acontecimentos» (p. 94) são referenciadas ao ciclo anual das estações, do gado e da transumância. Os *acontecimentos* não são reversíveis, os processos a que são referenciados é que se repetem. Não me parece possível outra interpretação, até porque o autor acrescenta, mais tarde, que os Nuer costumam utilizar, para assinalarem acontecimentos ocorridos ao longo de períodos intermédios, de entre um e cinco anos, os termos que significam «o ano anterior ao ano passado, o ano passado, este ano, o ano próximo e o ano depois do próximo». E acrescenta: «O tempo é para os Nuer uma ordenação de acontecimentos muito significativos para um grupo.» (p. 104-5).

Fica-se de facto com a impressão de que a posição de Bloch em relação às análises aqui focadas é, pelo menos em parte, uma objecção de princípio, baseada na recusa liminar do relativismo cultural e das suas implicações. Esta impressão é reforçada quando se analisa o segundo dos seus argumentos críticos. Segundo Bloch, mesmo que a análise de Evans-Pritchard — ou a de Nancy Munn — não fosse contraditória, a sua atitude seria mesmo assim de desconfiança, porque investigações recentes em psicologia cognitiva demonstraram que «a compreensão básica do tempo se encontra radicada no ser humano desde o seu nascimento». Em termos concretos, estas investigações demonstraram que mesmo as crianças recém-nascidas, ou muito novas possuem a capacidade de perceber que uma causa precede o seu efeito — uma capacidade, de resto, provavelmente partilhada com os primatas e talvez outros animais — e que aquelas de até 4 anos são capazes de descrever sequências impressionantes de acontecimentos e

actividades que lhes são familiares. Apesar de estas investigações terem sido conduzidas principalmente no contexto da cultura euro-americana, Bloch considera que não há motivos para crer que as crianças oriundas de outros contextos culturais não sejam capazes de lidar com sequências de acontecimentos do mesmo género. E conclui: «Quando confrontados com as investigações no domínio da psicologia, os princípios defendidos por Durkheim, Whorf, Evans-Pritchard e Munn parecem desenquadrados, se não pura e simplesmente errados.»

Não creio que um conjunto de experiências, efectuadas maioritariamente num ambiente cultural euro-americano sobre a capacidade das crianças para lidar com sequências de acontecimentos possa invalidar as análises já referidas, que têm outro âmbito e outro objecto¹⁰. Aliás, como acabamos de ver, é o próprio Evans-Pritchard quem insiste no facto de os Nuer viverem o tempo como sucessões (por vezes, não completamente comensuráveis) de acontecimentos significativos, indo ao ponto, quando necessário, de invocar a sucessão de até cinco ciclos anuais para poderem lidar com sequências mais longas ou espaçadas de acontecimentos.

Mas também não me parece que a solução para as dificuldades actuais da antropologia¹¹ possa ser procurada

¹⁰ Mais adiante, Bloch refere as posições de psicólogos evolucionistas como Pinker, Tooby e Cosmides, que defendem, contra a antropologia e contra qualquer forma de relativismo, que os processos de cognição, percepção e representação têm uma base biológica resultante do processo de evolução e são, por conseguinte, universais e idênticos em toda a espécie humana. Não é claro qual o crédito que Bloch dá a este grupo, que parece representar um consenso minoritário mesmo dentro da psicologia cognitiva (cf. Fodor, 2002).

¹¹ Que, como vimos, Bloch atribui às consequências e sequelas do relativismo cultural, mas que eu talvez considerasse antes uma consequência do culturalismo relativista e da sua recente evolução «pós-moderna».

numa tentativa de simplesmente combinar as perspectivas — a meu ver, incompatíveis porque mutuamente exclusivas no plano dos pressupostos — da antropologia funcionalista e da psicologia cognitiva, procurando conciliar o reconhecimento da variabilidade cultural com uma preocupação mais clássica em torno da velha questão da «natureza humana»¹². Como tentei sugerir na primeira parte deste comentário, foram os próprios impasses epistemológicos do relativismo cultural que levaram à necessidade de tentar fundamentar a análise comparativa numa definição *a priori* da essência, ou natureza, do objecto de estudo da antropologia. Dando de barato que esse objecto seja o «animal político» de Aristóteles, e não o homem individual ou a sociedade enquanto tal, penso que o caminho a seguir deve passar pela tentativa de estabelecer um quadro de análise comparativo, fundamentado numa *ontologia do social*¹³, em termos que permitam ter em conta, simultaneamente, as dimensões irreduzivelmente individual e colectiva da existência do homem em sociedade.

Bibliografia

- BERNARDI, Bernardo, 1978 [1974], *Introdução aos Estudos Etno-Antropológicos*, Edições 70, Lisboa.
- BLOCH, Maurice, 2005, «Where did anthropology Go? Or the need for 'Human Nature'», Public Lecture, London School of

¹² Tal como proposto por Bloch neste e no seu outro texto já referido (2005).

¹³ Cfr., a este respeito, o clássico estudo de Giannotti (1966), que, num outro contexto — o da filosofia marxista —, se debruça precisamente sobre este problema.

- Economics, 24/02/05 (consultado em <http://www.lse.ac.uk/collections/LSEPublicLecturesAndEvents/pdf/20050224-Bloch-Anthropology.pdf>)
- BOAS, Franz, 1966 [1888], «The aims of ethnology», in *Race, Language and Culture*, Free Press, Glencoe, pp. 626-638.
- DURKHEIM, Emile, 1912, *Les Formes élémentaires de la vie religieuse*, Alcan, Paris.
- EVANS-PRITCHARD, E. E., 1940, *The Nuer*, Clarendon Press, Oxford.
- FODOR, Jerry, 1998, «The Trouble with Psychological Darwinism», *London Review of Books*, 20/2 (15/01/98).
- GIANNOTTI, José Arthur, 1966, *Origens da Dialética do Trabalho*, Difusão Europeia do Livro, São Paulo.
- HOLLIS, Martin, e LUKES, Steven (orgs.), 1982, *Rationality and Relativism*, Blackwell, Oxford.
- LÉVI-STRAUSS, Claude, 1952, *Race et histoire*, UNESCO, Paris.
- MUNN, Nancy (1986), *The Fame of Gawa: A Symbolic Study of Value Transformation in a Massim (Papua New Guinea) Society*, Duke University Press, Durham, N. H.
- ROWLAND, Robert, 1987, *Antropologia, História e Diferença: Alguns Aspectos*, Afrontamento, Porto.
- SAPIR, Edward, 1958 [1929], «The Status of Linguistics as a Science», in E. Sapir, *Culture, Language and Personality* (org. D. G. Mandelbaum), California University Press, Berkeley.
- WHORF, Benjamin Lee, 1956, *Language, Thought and Reality: Selected writings of Benjamin Lee Whorf* (org. J. Carroll), MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- WILSON, Bryan (org.), 1974, *Rationality*, Blackwell, Oxford.
- WINDSCHUTTLE, Keith, 2002, «The Ethnocentrism of Clifford Geertz», *The New Criterion*, 21/2, Outubro.

Duplicação e modificação de seres humanos. Factos e fantasmas

BERTRAND JORDAN

Universidade de Marselha
jordan@luminy.univ-mrs.fr

O tempo de pesquisa, em particular o tempo na biologia, sofreu nas últimas décadas uma incrível aceleração. Um dos mais impressionantes aspectos com que a questão nos confronta é o da clonagem¹. Puro tema de ficção científica durante anos e anos, depois do *Brave New World* de Aldous Huxley, publicado em 1932, a «cópia conforme» de mamíferos tornou-se uma realidade, subitamente e contra todas as expectativas, com o nascimento de *Dolly*, anunciado a 27 de Fevereiro de 1997. A partir daí, a corrida à clonagem reprodutora de seres humanos acelerou-se

¹ Vd. Bibliografia, 1.

tremendamente e as reivindicações dos três aspirantes declarados à sua consecução (o italiano Severino Antinori, o americano Panos Zavos e o «bispo» de Raël, Brigitte Boisselier, directora da empresa Clonaid) tornaram-se mais precisas. O mediático anúncio do «primeiro clone humano», a 26 de Dezembro de 2002, revelou-se, afinal, um belo golpe de teatro, mas as tentativas prosseguem.

Os fantasmas da clonagem

A clonagem humana sempre evocou poderosos fantasmas. Um deles é a ideia de que assim se criaria um «duplo» da pessoa clonada, um indivíduo que em tudo lhe seria semelhante, e não só no plano físico, como também quanto a carácter e personalidade. É dessa ilusão que tiram partido os seguidores de Raël, ao prometerem «a imortalidade graças à ciência». Esquece-se que a clonagem produz um novo ser, não um adulto, e que esse «gémeo declarado no tempo» há-de passar a sua infância e há-de crescer num mundo e em circunstâncias muito diferentes das do original, sendo por isso escassas as hipóteses de que se lhe assemelhe completamente. Outra falsa ideia é a da produção em série de seres feitos sob medida, ora soldados de uma extraordinária resistência, ora génios às dúzias. Descura-se o facto de que, para produzir uma armada de clones, seria necessária uma armada de mães-incubadoras, sem esquecer o necessário «prazo de fabrico» de uns vinte anos... Um momento de reflexão é quanto basta para compreendermos que essas duas visões da clonagem têm tanto de ilusório quanto de absurdo, apesar de se encontrarem omnipresentes nas representações que dela são apresentadas ao grande público e de dominarem a imaginação dos nossos contemporâneos. Tudo isso mostra bem a influên-

cia que sobre nós é exercida pela ideia de «duplo» e pelo fabrico de seres humanos ou de humanóides, como a criatura de Frankenstein ou o Golem da lenda judaica.

Uma cuidadosa análise não só dos conhecimentos adquiridos, mas também dos problemas suscitados pela clonagem animal, logo nos permite regressar à realidade. A ideia-base é bastante simples. Salvaguardadas raras exceções, todas as células têm em comum o mesmo ADN, os mesmos cromossomas e os mesmos genes, dispondo, pois, de todo um conjunto de informações que permitiu a construção de um organismo. Em princípio, podemos pegar num óvulo não fecundado, com os cromossomas maternos que se esperaria viessem a ser completados pelos cromossomas paternos de um espermatozóide, e eliminar, por aspiração, o seu núcleo. Substituímo-lo por um núcleo tirado de uma célula proveniente do animal que se quer clonar, contendo dois jogos de cromossomas, como qualquer outra célula não sexual. Assim se reconstitui um embrião completo. Se tudo correr bem, começa a desenvolver-se e poderá ser implantado no útero de uma fêmea, produzindo um ser geneticamente idêntico ao que forneceu a célula. O óvulo apenas permite o crescimento do embrião, sem que contribua com qualquer espécie de elemento genético².

Os acasos da clonagem animal

Contudo, se a clonagem realizada a partir de células animais adultas está longe de se encontrar totalmente afi-

² Excepção feita às mitocôndrias, minúsculos órgãos produtores de energia das células, que contêm um pequeníssimo ADN codificador de algumas proteínas que são levadas ao embrião através do citoplasma do ovo, que é dizer, pela mãe.

nada, a sua história mostra claramente as muitas dificuldades que se lhe deparam e que só em pequena parte estão superadas. O núcleo de uma célula contém, efectivamente, no seu ADN todos os genes necessários ao crescimento de um embrião, mas, ao longo do processo de desenvolvimento de um organismo, uma subtil programação «apaga» alguns deles, ao passo que outros, pelo contrário, passam a funcionar no seu pleno. É essa programação (denominada *epigenética*, o que quer dizer que não altera a natureza dos genes, intervindo apenas na periferia) que diferencia uma célula nervosa de uma célula do fígado ou de uma célula da pele. Ainda não a sabemos rectificar com segurança, de forma a tornar o ADN capaz de dirigir o desenvolvimento de um embrião — donde decorrem o baixo rendimento e os acasos que caracterizam, na actualidade, o processo. Embora tenha sido possível clonar umas quantas dúzias de espécies animais (de entre as quais, em 2003, o cavalo e o rato), o sucesso científico raramente fica à mão de semear. A obtenção de um novo animal requer a manipulação de centenas de óvulos e a implantação de dezenas de embriões, sendo que só alguns deles se irão desenvolver *in utero*. Finalmente, um ou dois deles hão-de vingar, mas o «clonador» não chegou ao fim dos seus males. Alguns desses animais morrem à nascença, ou logo depois de terem nascido, e, dos que sobrevivem, uma boa parte apresenta anomalias mais ou menos graves.

A clonagem feita negócio

Não obstante, conseguiu-se obter animais de aparente normalidade, e, encorajadas por um tal sucesso, algumas empresas tentam explorar a mina. A primeira ideia é reproduzir, «iguazinhos», animais de criação com grande

valor comercial. De facto, a descendência obtida através da reprodução normal não possui, geralmente, as mesmas características, em virtude do rearranjo dos genes, de geração em geração. Seria necessário efectuar repetidos cruzamentos, muitas vezes ao longo de décadas, para criar uma nova raça que reunisse todas essas qualidades — admitindo que isso fosse possível. A clonagem, que produz um exemplar geneticamente conforme ao original, deveria responder a essa necessidade. O objectivo é, de momento, um pouco teórico, em virtude dos problemas de saúde suscitados pela maior parte dos clones, apesar de o alcance de resultados mais eficazes ser um importante avanço para a ciência. Empresas como a Cyagra (Estados Unidos) desde já oferecem clonagens de bovinos... com preços de cerca de 20 mil euros por unidade.

Também é possível introduzir genes, voluntariamente, em cromossomas de ratos, vacas ou ovelhas. Não é estritamente necessário recorrer à clonagem para o fazer, embora o processo seja mais eficaz. Depois de ser submetida a manipulação laboratorial, uma célula que incorporou correctamente o gene é utilizada para reconstituir um animal por clonagem, através da sua injeção num óvulo ao qual foi anteriormente tirado o núcleo. Assim foram obtidas vacas que produzem leite com alto teor de caseína (bom para queijo...), ovelhas portadoras de um gene humano que leva à secreção de um medicamento no leite, ou ainda porcos que foram modificados de tal forma que os seus órgãos podem ser implantados no homem sem causar rejeição imediata. Processos como esses encontram-se, na sua maioria, em fase experimental, não havendo certezas no que toca à sua aplicação comercial. Para além dos problemas técnicos que ficam por resolver, a sua aprovação por parte das instâncias reguladoras, e em particular a aceitação desses produtos por parte do consumidor não

estão garantidas... A produção de medicamentos, domínio em cujo âmbito várias empresas (Infigen, Geron, PPL Therapeutics...) se encontram a trabalhar, é, sem sombra de dúvidas, o sector que tem maiores hipóteses de desenvolvimento nos próximos anos.

Enfim, o último uso da clonagem visa a preservação de espécies em vias de desaparecimento. Uma célula recolhida num dos últimos exemplares existentes pode ser injectada num óvulo proveniente de uma espécie próxima, a fim de obter um clone que aumente a população ameaçada. Foi o que se fez com um gaur (uma espécie de búfalo) e com um corço. A clonagem de um gato, realizada em 2002, faz prever a do cão (que ainda não foi feita), com aberturas a um outro mercado, o dos donos que querem a todo o custo «um novo exemplar» do seu animal favorito. Duas firmas, Lazaron e Genetic Savings and Clone, ocuparam já posições num filão que aparentemente se mostra aliciente, apesar de tudo ser ainda bastante teórico. Enquanto se espera, as empresas fazem-se pagar muitíssimo bem pelo depósito das recolhas que eventualmente virão a permitir a realização dessa operação. A ressurreição de espécies desaparecidas, das quais só restam animais embalsamados ou cadáveres mais ou menos congelados, é, pelo contrário, quimera absoluta, dado que a clonagem requer células em bom estado e um ADN intacto.

Clonar para a cura?

Passemos, pois, à clonagem humana. É fundamental distinguir a clonagem reprodutora (à qual nos temos vindo a referir, para os animais), da que foi baptizada como «clonagem terapêutica». Trata-se, neste último caso, de produzir células destinadas à cura de doentes. A doença de

Parkinson pode ser tratada através do enxerto de neurónios. Certas tipologias de diabetes podem ser tratadas com células do pâncreas. Mas o uso dessas células — por vezes obtidas a partir de fetos, após uma interrupção da gravidez — levanta evidentes problemas éticos. Além disso, o enxerto é frequentemente rejeitado pelo doente, na medida em que se trata de tecidos estranhos ao seu organismo e reconhecidos como tal pelo seu sistema imunitário. Seria, portanto, muito interessante conseguir produzir células a partir do próprio doente, pelo menos se a sua afecção não for de ordem genética.

É o que promete a clonagem terapêutica, que começa por criar um embrião humano a partir de um óvulo com um núcleo e de uma célula do doente. O embrião, ao fim de alguns dias, parece uma bola microscópica que contém algumas centenas de células indiferenciadas, susceptíveis de evoluiem até qualquer dos trezentos tipos de células presentes no corpo humano. O embrião é então separado, e as suas células são cultivadas em laboratório, para serem multiplicadas. Seguidamente, serão levadas a diferenciar-se, em virtude da adição de factores específicos e da criação das necessárias condições de cultura. O enxerto celular pode então ser praticado sem que haja, em princípio, risco de rejeição, dado que as células são geneticamente idênticas às do paciente.

Sublinhe-se que não se trata de um tratamento que esteja a ser actualmente praticado, mas de um processo que se encontra ainda em estudo, cujas etapas foram convalidadas através de experiências efectuadas em animais, na maior parte dos casos, e também no homem. É possível que com o tempo através dele venha a ser possível tratar doenças degenerativas perante as quais hoje nada há a fazer. Também é possível que a clonagem terapêutica se venha a revelar uma modalidade marginal ou mesmo impraticável. Em todo o caso, suscita fortes reacções. Com efeito, se esse

procedimento fosse praticado em larga escala, poderia acarretar um tráfico de óvulos humanos, mercadoria rara, visto que a mulher, normalmente, apenas produz um por ciclo, podendo produzir dez se for submetida a uma penosa estimulação hormonal. Corre-se igualmente o risco de favorecer um resvalamento para a clonagem reprodutora, na medida em que, sendo possível obter, muito facilmente, embriões humanos de alguns dias para clonagem, a tentação de os deixar crescer um pouco mais, e de depois os implantar numa mulher, havia de ser mesmo grande... Independentemente de tais riscos, correntes de opinião há que se opõem frontalmente a esse processo, na medida em que passa pela criação de um embrião com o objectivo de o destruir alguns dias volvidos. Mesmo que se trate de um embrião muito precoce, isso é inaceitável para quem considera que qualquer embrião é sagrado. A Igreja Católica, que desde 1869 afirma que a alma está presente na concepção (dantes era preciso esperar seis semanas para um rapaz, treze para uma rapariga...), rejeita-o em absoluto.

Quem quer ser clonado?

Vejamos o que se passa com a clonagem humana para reprodução. Apesar de, em termos gerais, merecer condenação, conta com alguns defensores. Que procura tem e quem a solicita? São essencialmente casais a procurarem clones. Perderam um filho, tantas vezes ainda muito pequeno, e esperam que a clonagem (a partir de células conservadas) permita «recriá-lo». Acontece, por vezes, que tenham ultrapassado a idade da procriação, mas, na maior parte dos casos, o seu desejo é, confrontados com a injustiça da sua perda, ressuscitarem, de algum modo, o bebé desaparecido ou pelo menos reproduzirem o exacto arranjo

dos genes que eram os seus. Outros são casais que não podem ter filhos por um dos seus membros, ou ambos, serem estéreis, por se tratar de uniões de homossexuais que não aceitam recorrer à adopção, ou, se é o homem que está na origem do problema, que não admitem a inseminação artificial através de um dador. Querem um filho que seja *deles*, sem a intervenção de um terceiro, que tenha os seus genes. Querem a clonagem na mira de que o seu filho seja gémeo genético do «pai» ou da «mãe».

Eva, «primeiro clone humano», nascido a 26 de Dezembro de 2002, conforme anunciado pelos seguidores de Raël, era apresentada como sendo o clone de uma mulher cujo marido era estéril. Essa notícia, que hoje sabemos ser falsa, apresenta um caso imaginário que, segundo Raël, Severino Antinori ou Panos Zavos, se revê em milhares de pedidos. Esses pedidos assentam numa falsa ideia, a da importância preponderante dos genes, que determinariam a aparência, as capacidades e mesmo o carácter de cada um de nós. Daí advém a esperança de recriar o filho perdido ou a repugnância em educar um bebé com genes «estrangeiros», o que é ilusório, na medida em que as circunstâncias do nascimento, juntamente com os primeiros anos de vida, desempenham um papel essencial na formação da personalidade. O ambiente em que é gerado um clone «de substituição» ou uma criança gémea dos seus pais, ambos produto de anos de esforços e de tratamentos caros, seria, aliás, muito pouco propício a um desenvolvimento psicológico harmonioso...

Depois do *flop* do falso anúncio do «primeiro clone humano», feito pelo grupo de Raël, a perspectiva da clonagem reprodutora humana tornou-se mais remota. Aliás, dados recentes indicam que as hipóteses de sucesso no homem são ainda mais reduzidas do que nos animais. Porém, há que desconfiar. Por vezes, as impossibilidades técnicas são provisórias, sendo vários os laboratórios que

participam oficialmente na corrida, sem contar com todos os que, muito possivelmente, trabalham na sombra. Além disso, o recente sucesso alcançado por um grupo de sul-coreanos que conseguiu, no início de 2004, obter várias dúzias de embriões humanos clonados (destinados a clonagem terapêutica) mostra que as «impossibilidades» técnicas são muitas vezes bastante provisórias. Como tal, este pequeno compasso de espera bem poderia ser aproveitado para reflectir calmamente sobre as implicações da clonagem reprodutora humana e, de uma forma mais abrangente, para considerar as possíveis intervenções sobre o nosso património genético.

A procriação humana já assistiu a duas grandes reviravoltas, a pílula e a fecundação *in vitro*. O aparecimento de métodos de contracepção eficazes, há apenas quarenta anos, permitiu separar a sexualidade da reprodução. Foram consideráveis as consequências dessa inovação recente sobre a demografia de várias nações, sobre o estatuto económico e social da mulher e sobre a evolução de instituições milenares como o casamento. Vinte anos depois, a técnica *in vitro* permitiu a fecundação sem acto sexual, baralhando um pouco os pontos de referência da família e do casal. A clonagem, por sua vez, acabaria por dissociar completamente o facto de se ter um filho de qualquer contacto entre homem e mulher, entre óvulo e espermatozóide. Da procriação (até aqui, um filho, embora tivesse os genes dos pais, era uma combinação única e imprevisível de alelos³, uma criação nova, mesmo no caso da fecundação

³ A diversidade genética da espécie humana faz com que, apesar de termos os mesmos genes dispostos da mesma maneira nos nossos cromossomas, existam pequenas diferenças entre as «versões» desses genes em diferentes indivíduos. Daí decorre a diversidade morfológica dos humanos. Essas diferentes versões chamam-se alelos.

in vitro), passou-se à *reprodução* do idêntico (unicamente ao nível genético, não o esqueçamos). A imprevisibilidade da criança seria assim negada, essa mesma incerteza que é um elemento fundador da sua liberdade, do seu direito a *não ser* o que os pais dela esperam. Na violência que assim se exerce sobre um ser que há-de nascer, reside, para mim, o motivo essencial, no plano dos princípios, da recusa da clonagem reprodutora humana.

Para além da clonagem

Todavia, o impacto concreto dessa transformação capital seria limitado. A contraceção é praticada, em numerosos países, pela maioria da população, mas a fecundação *in vitro*, nas nações ricas, apenas incide sobre 1% dos nascimentos, proporção significativa, mas baixa. Os eventuais interessados na clonagem, a supor que o processo virá a estar um dia tecnicamente afinado, legalmente aprovado, e que será socialmente aceite, seriam ainda menos. Casais estéreis ou homossexuais que querem ter, a todo o custo, um filho que com eles seja geneticamente aparentado, pais obcecados em recriar o filho que perderam quando era muito pequeno... não se trata de uma procura de massas. Os pequenos Hitler de *The Boys from Brazil*⁴ ou as armadas de clones idênticos do filme *Star Wars II* entram (felizmente) no domínio dos fantasmas. Contudo, a aceitação da clonagem, mesmo enquanto procedimento de exceção, seria muito perigosa em virtude dos espaços deixados em aberto a uma modificação genética do ser humano.

O melhoramento genético do homem poderia responder a uma questão bem mais vasta. O tema está a começar

⁴ Vd. Bibliografia, 2.

a ser abertamente debatido além-Atlântico, conforme o testemunha o recente livro de Gregory Stock⁵. Estaria em causa uma espécie de terapia genética germinal, destinada não a tratar de um embrião, mas a conferir-lhe — graças à junção de um gene ou mesmo de um cromossoma suplementar — características «desejáveis», tais como resistência a infecções, tamanho, aspecto físico. A panóplia de genes cujos alelos se sabe exercerem um efeito mensurável sobre determinadas características é já significativa e tende a aumentar. O salto poderá parecer desmesurado e a perspectiva irrealista, mas o certo é que alguns elementos desse processo de melhoramento já foram determinados.

Embrião à la carte

Refiro-me ao diagnóstico pré-implantatório (DPI), efectuado depois de uma fecundação *in vitro* e ao caso de doenças genéticas graves. Permite analisar uma ou dez células de cada embrião, a fim de determinar quais delas não são portadoras de afecção, pelo que podem ser implantadas no útero da mãe. Esse processo, absolutamente legítimo em tais casos, também poderia ser utilizado por um casal «normal» que quisesse escolher o «melhor» embrião de entre uma dúzia deles, resultantes de uma fecundação *in vitro*. É precisamente por isso que a sua introdução foi objecto de tantas reservas. O DPI continua a ser excepcional (alguns milhares de diagnósticos, actualmente, no mundo inteiro), mas as dificuldades técnicas que suscita têm vindo a diminuir e a gama de genes disponíveis para análise continua a aumentar. É evidente que é uma tentativa, para um casal, seleccionar desse modo a sua descen-

⁵ Vd. Bibliografia, 3.

dência... Certas clínicas particulares nos Estados Unidos já propõem a escolha do sexo (baptizada, de momento, como *family balancing*) através desse processo. Podemos até imaginar que dentro de algum tempo essas possibilidades levem ao recurso à fecundação *in vitro* por parte de progenitores perfeitamente capazes de se reproduzirem sem assistência médica. Ao contrário do que acontece com a clonagem, é bem aceite. Quem não aspira a dar o melhor aos seus filhos? A adopção dessas práticas, pelo menos em sociedades prósperas, poderia, portanto, tornar-se um fenómeno de massas. A concepção «à antiga», implicando o encontro fortuito de um óvulo e de um espermatozóide que não foram seleccionados, viria então a ser um joguito desactualizado e um pouco irresponsável — tal como o parto em casa, normalíssimo ainda há não muitos anos.

Da escolha ao melhoramento

A etapa seguinte é a passagem da escolha (afinal passiva) do «melhor» embrião para a sua modificação com objectivos de melhoramento genético. A transição pode ser facilitada pela clonagem, de um duplo ponto de vista, técnico e ideológico. A transgénese pratica-se com maior facilidade em células de cultura do que em embriões. Poder-se-ia efectuar a modificação genética em culturas de células provenientes de um embrião e, então, depois da obtenção e do controlo da célula transformada, produzir, através da clonagem a partir dela realizada, o embrião destinado a ser reimplantado. Através desse método, já praticado em animais, a clonagem torna-se um meio de controlar o bom processamento da modificação genética, uma técnica essencial para que esse tipo de intervenção

seja possível na prática. No plano ideológico, esse novo desenvolvimento da engenharia, aplicado ao homem, acabaria por beneficiar do clima permissivo necessariamente criado por uma aceitação — forçada que seja — da clonagem humana.

Deixar correr, proibir ou controlar?

Assim posta, a questão não pode deixar de inspirar horror à quase totalidade dos nossos contemporâneos. Devemos arramá-la com um anátema definitivo e irrevogável, considerando que é contrária à natureza humana e que a nossa espécie nunca deverá, mas mesmo nunca, recorrer à clonagem? Evocar tais possibilidades não corresponderá a conceber, desde já, um crime contra a humanidade, conforme se ouve dizer por aqui e por além?

Em meu entender, uma posição tão categórica não está de acordo com uma abordagem materialista e racionalista do mundo. Apenas poderia ter como fundamento uma visão religiosa do homem e do universo ou a ilusão de uma natureza essencialmente boa, na qual não teríamos sequer o direito de tocar. Na verdade, a nossa espécie surgiu há 100 mil anos (*Homo sapiens sapiens*, homem de Cro-Magnon), a escrita existe há 5 ou 6 mil anos, as civilizações desenvolvem-se há outros tantos e, ao longo desse lapso temporal, nunca deixámos de modificar a natureza... E a observação das mudanças ocorridas meio século depois da descoberta da estrutura do ADN aconselha a maior prudência nas previsões. Quando, em 1953, a estrutura do ADN foi descoberta, quem teria previsto que cinquenta anos mais tarde havíamos de conseguir ler os 3 milhões de letras que constituem o património genético humano? Quem teria acreditado que, na década de 70, havíamos de

poder começar a modificar a herança de bactérias, plantas e animais? E quem poderá prever o que será feito da nossa espécie dentro de cinquenta, cem ou mil anos, ou se, daqui até lá, não se irá autodestruir, num desastre bélico ou ecológico?

Como tal, não se trata de fazer ou de aceitar o que quer que seja, sendo eu firme partidário de uma proibição global da clonagem reprodutora humana e, mais do que isso, da necessidade de operar um controlo social efectivo sobre a globalidade do sector. Talvez as nossas concepções da clonagem ou da intervenção genética tenham de evoluir, mas essa evolução deverá ser regulamentada, amplamente discutida, e as suas consequências deverão ser avaliadas — em vez de serem entregues às mãos de um mercado onde a única coisa que conta é a existência de uma procura solvente. Para ser eficaz, um tal enquadramento deve ter em vista objectivos claros, definidos com precisão, que envolvam a sociedade no seu todo, e não apenas alguns especialistas. Só assim poderemos aspirar ao domínio de uma eventual intervenção na nossa própria evolução, em vez de a deixar à mercê de um mercado da «procriática» que se pareça, cada vez mais, com uma verdadeira selva...

Bibliografia

- JORDAN, Bertrand, *Les marchands de clones*, Editions du Seuil, Paris, 2003.
- LEVIN, Ira, *The Boys from Brazil*, Michael Joseph Ltd., Londres, 1976.
- STOCK, Gregory, *Redesigning Humans. Our Inevitable Genetic Future*, Houghton Mifflin C., Boston, 2002.

Webgrafia

<http://www.genetics-and-society.org/>

Sítio geral sobre genética, mas que trata também da clonagem. Bastante completo e objectivo.

<http://www.roslin.ac.uk/>

Sítio do Institut Roslin, onde foi clonada *Dolly*. Completo e pormenorizado quanto à clonagem animal, boa perspectiva crítica acerca das questões suscitadas pela clonagem humana.

<http://www.reproductivecloning.net/>

Sítio *proclonagem*, que dá acesso a numerosas informações (mais ou menos fiáveis).

<http://www.advancedcell.com/>

Sítio da empresa Advanced Cell Genetics, que realizou, em 2002, a primeira clonagem (terapêutica) humana.

<http://www.cyagra.com/>

Filial, para clonagem de bovinos, da empresa Advanced Cell Genetics.

<http://www.savingsandclone.com/>

Empresa de clonagem de cães e gatos.

<http://www.clonaid.com/>

Filial do grupo de Raël, que diz ter feito (até hoje sem provas) cinco clones humanos.

Modificação genética da espécie humana

MÁRIO SOUSA

*Laboratório de Biologia Celular, Instituto de Ciências
Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto*
msousa@icbas.up.pt

A fecundação inicia-se quando as membranas do espermatozóide e do ovócito se fundem (na fecundação espontânea ou na fecundação *in vitro*) ou quando o espermatozóide é microinjectado no interior do ovócito^{1,2}. A fecundação desencadeia a activação do ovócito, que se caracteriza por uma sucessão temporal de etapas: (a) defesa contra a entrada de novos espermatozoides; (b) activação do metabolismo celular e da absorção de nutrientes; (c) formação dos pronúcleos feminino e masculino^{3,4}.

Quando se formam os dois pronúcleos (8 a 12 horas após a fecundação), o embrião denomina-se *zigoto*. Os pronúcleos migram para o centro da célula, justapõem-se

e perdem os seus invólucros nucleares, permitindo a mistura entre os cromossomas haplóides maternos (23,X) e paternos (23,X ou 23,Y). Reposto o número diplóide de cromossomas (46,XX ou 46,XY), o zigoto inicia divisões mitóticas sucessivas. Às 48 h, a clivagem embrionária origina um embrião com 2-4 células (ou blastómeros). Ao 3.º dia, o embrião apresenta 6-12 blastómeros, e ao 4.º dia as divisões mitóticas dão origem a um embrião com cerca de 64 blastómeros (mórula). A fecundação e o desenvolvimento embrionário até à fase de mórula ocorrem naturalmente nos oviductos (ou trompas de Falópio). Ao 5.º dia, já na cavidade uterina, a mórula transforma-se num blastocisto. Neste processo, os blastómeros mais superficiais diferenciam-se numa monocamada de células alongadas que recobre a face interna da zona pelúcida (a ZP é uma camada glicoproteica que reveste o ovócito) e forma a trofotoderme (TF). Os blastómeros mais internos acumulam-se num dos pólos, dando origem ao epiblasto (EP). A trofotoderme inicia então um transporte de água e de nutrientes para o interior do embrião, dando origem a uma grande cavidade líquida, a cavidade blastocélica (CB). Ao 6.º dia, a TF digere focalmente a zona pelúcida e a pressão líquida da CB expulsa o embrião para o exterior através desse orifício (eclosão). Fora do seu invólucro, a TF adere ao endométrio (adesão) e penetra o epitélio até inserir o embrião no tecido conjuntivo uterino (implantação). Aí, a TF segrega a hormona bhCG e origina a placenta, a CB transforma-se na cavidade amniótica e o EP dá origem ao feto (figura 7). Após a implantação, o EP diferencia-se em três principais tecidos embrionários: ectoderme, mesoderme e endoderme, os quais estão na origem de todos os órgãos fetais^{3,4}.

Os blastómeros do embrião com 8-12 células são células estaminais totipotentes: com capacidade de divisão ilimitada, sem senescência nem diferenciação, e potenciali-

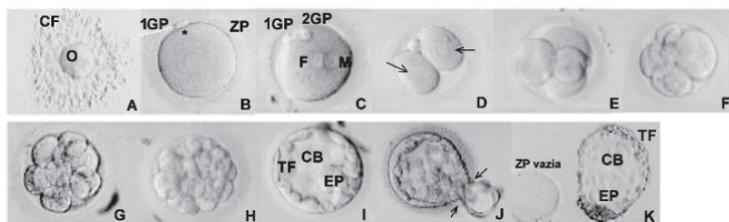


Figura 7 — Desenvolvimento embrionário pré-implantação. (A) Folículo. Ovócito (O), células foliculares (CF). (B) Ovócito despidido das células foliculares. Zona pelúcida (ZP), primeiro glóbulo polar (1GP), cromossomas (*). (C) Zigoto. Segundo glóbulo polar (2GP), pronúcleos feminino (F) e masculino (M). (D) Embrião de 2 blastômeros (as setas apontam para os núcleos). (E) Embrião de 4 células. (F) Embrião de 8 células. (G) Embrião de 12 células. (H) Mórula. (I) Blastocisto. Trofocitotórax (TF), cavidade blastocélica (CB), epiblasto (EP). (J) Ecloração (as setas apontam para o orifício na ZP). (K) Blastocisto eclodido. Imagens ao microscópio invertido tiradas sob consentimento no Centro de Genética da Reprodução Professor Alberto Barros, Porto

dade para originar de novo um embrião. No blastocisto, o EP contém células estaminais pluripotentes: com capacidade de divisão ilimitada, sem senescência nem diferenciação, e potencialidade de originar os diferentes tecidos embrionários (mas não um embrião). As células dos três principais tecidos embrionários (ectoderme, mesoderme e endoderme) possuem características estaminais multipotentes, retendo apenas a capacidade de gerarem as diferentes células de órgãos específicos.

Um embrião não é a simples soma de um espermatozóide com um ovócito, mas uma célula distinta com um mecanismo novo, intrínseco e autónomo que, na ausência de patologia, culmina num desenvolvimento embrionário e fetal normal^{3,5,7}. No entanto, o embrião pré-implantação

não é um indivíduo (ser) nem um ser humano⁴. Nesta fase, o embrião não funciona como unidade já que cada blastômero apresenta um ciclo celular relativamente independente dos outros (figura 8)^{3,7}, a separação dos blastômeros em pequenos grupos permite criar de novo vários

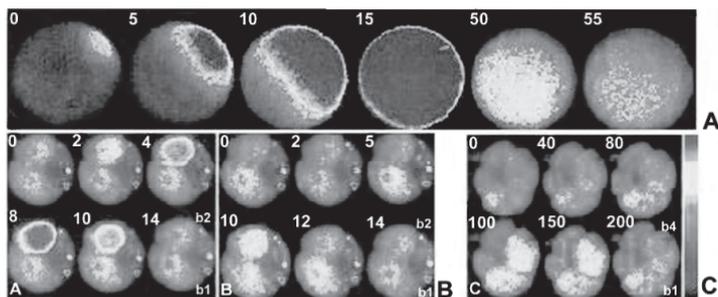


Figura 8 — Imagens de microscopia confocal⁷. (A) A fecundação desencadeia uma onda de libertação de cálcio que se inicia no local de fusão entre os gâmetas. Esta onda activa o ovócito, repetindo-se ciclicamente e de modo autónomo ao longo de todo o desenvolvimento embrionário. Embriões de (B) 2 e (C) 4 células. As ondas de cálcio nos blastômeros diferem na intensidade e no tempo. Estas ondas correspondem à linguagem dos embriões, podendo assinalar a sua viabilidade ou degenerescência. A concentração do cálcio vai de um mínimo (azul) a um máximo (vermelho) relativo. Os números referem-se ao tempo em segundos entre as imagens

embriões (figura 9) e a remoção de uma parte dos blastômeros não impede o desenvolvimento dos restantes^{8,9}.

O embrião pré-implantação também não possui uma potencialidade elevada de originar um novo ser humano, já que cerca de 75%-80% dos embriões pré-implantação apresentam anomalias genéticas graves⁸ que ou impedem a

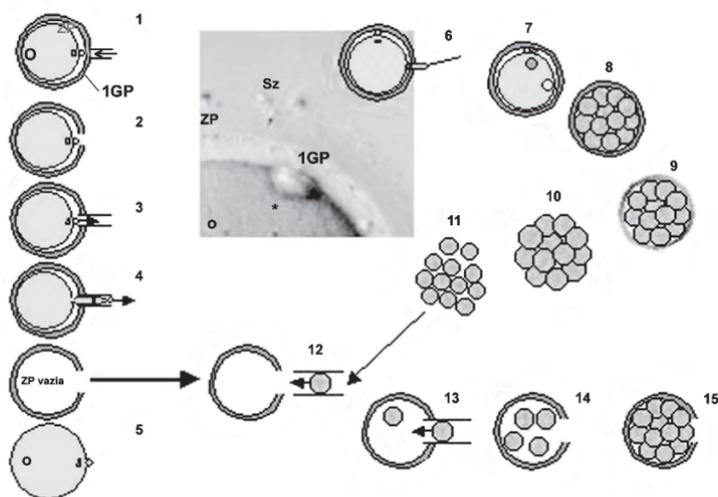


Figura 9 — Partição embrionária. 1,2. Abertura da zona pelúcida (ZP) utilizando uma substância ácida. 3-5. Pelo orifício, aspira-se o ovócito (O) para se obterem ZP vazias. 6. Fecundação in vitro com os gametas de animais seleccionados. 7,8. Cultura e obtenção de zigotos (7) e depois embriões com 8-12 células (8). 9-11. Aos embriões remove-se a ZP com uma protease (9,10), separando-se depois os blastômeros em meio sem cálcio (11). 12-14. Transferência de 4 blastômeros para dentro de cada ZP vazia. 15. Após cultura, os blastômeros dividem-se e reformam um novo embrião geneticamente igual ao embrião original (8)

sua implantação ou desencadeiam o seu abortamento espontâneo precoce (figura 10).

Por outro lado, para além dos gametas, várias células têm a potencialidade de gerar embriões. De facto, pode-se artificialmente gerar um embrião com potencialidade de originar um novo ser humano, sem recurso a espermatozóide, quer por manipulação química do ovócito (partenogénese com diploidização), quer por transferência nuclear somática (clonagem reprodutiva)¹⁰.

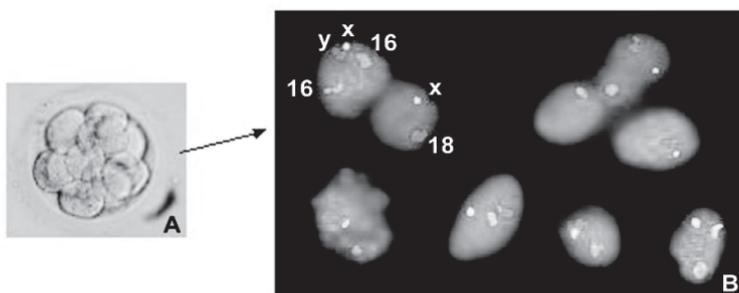


Figura 10 — (A) Embrião de elevada qualidade morfológica e excelente desenvolvimento (9 blastômeros sem fragmentação ao dia 3). (B) Porém, a análise genética do embrião mostrou anomalias cromossômicas em todos os blastômeros (aneuploidia). Se cada blastômero fosse normal (diplóide), deveria apresentar um sinal vermelho (cromossoma Y), um sinal amarelo (cromossoma X), dois sinais laranja (dois cromossomas 16) e dois sinais rosa (dois cromossomas 18)

A potencialidade de um embrião também carece de um determinismo contextual, ou seja, o embrião poderá originar um novo ser humano se implantar e desenvolver normalmente.

Apesar de ser apenas uma potencialidade, todo o embrião humano resultante de fecundação deve ser protegido, não devendo ser criado para fins de transplante ou investigação. No entanto, se ao embrião é atribuído um estatuto legal, então o seu destino deve ser dirigido pelos progenitores. Quando um indivíduo menor de idade falece, compete aos pais autorizar a recolha de órgãos para transplante. Do mesmo modo, também os progenitores dos eventuais embriões excedentários oriundos de ciclos de tratamento devem ter a liberdade de, não desejando a sua criopreservação, os doar para transplante e investigação, oferecendo à humanidade a oportunidade de salvar vidas, em vez de simplesmente os deixar morrer sem fim benévolo.

Desde há muitos anos que em veterinária se produzem animais com recurso à clonagem de células embrionárias (blastómeros, epiblasto) e fetais (figura 11). A clonagem

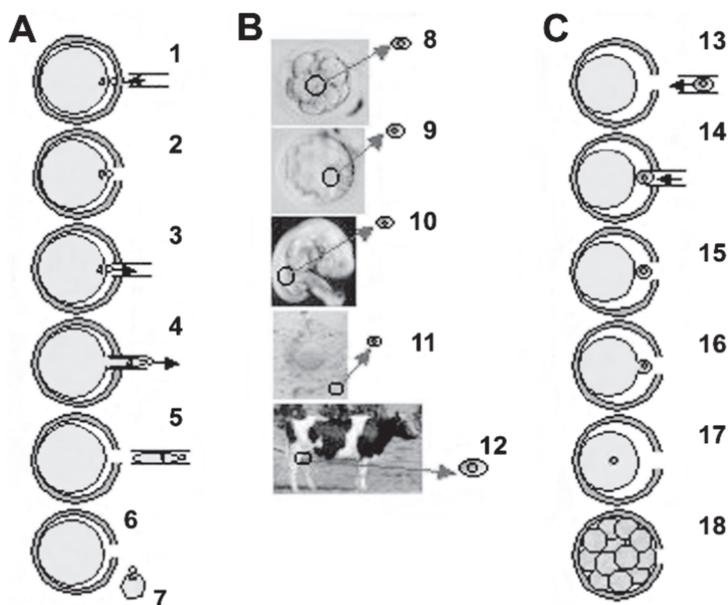


Figura 11 — Clonagem embrionária, fetal e somática adulta. (A) Preparação de citoplastos. 1,2. Abertura da ZP utilizando uma substância ácida. 3-5. Enucleação. O ovócito não rompe porque é colocado numa solução que despolimeriza os microfilamentos submembranares. Pelo orifício da ZP aspira-se o 1.º glóbulo polar e uma pequena parte do citoplasma que lhe fica subjacente. Esta porção de citoplasma contém os cromossomas do ovócito. Parando a aspiração e retraíndo a micropipeta, destaca-se o citoplasma aspirado. Deste modo, obtém-se um ovócito sem material genético (citoplasto, 6) e uma pequena porção de citoplasma com os cromossomas do ovócito (nucleoplasto, 7). (B) Isolamento de células a clonar. 8. Blastómeros totipotentes de um embrião com 8-12 células. 9. Células pluripotentes do epiblasto de um blastocisto. 10. Células somáticas fetais multipotentes. 11,12.

embrionária é mais eficiente do que a partição embrionária (figura 9), pelo que é preferencialmente utilizada quando se tem um animal com características genéticas que se desejam preservar. Para isso, por fecundação *in vitro*, obtêm-se embriões a partir dos gâmetas desses animais seleccionados. A esses embriões remove-se a ZP e separam-se os blastómeros (de embriões com 8-12 células) ou as células do EP (de blastocistos). De seguida removem-se os cromossomas (enucleação) de ovócitos dadores, recolhidos de animais de menor interesse, para assim se produzirem citoplastos (ovócitos sem material genético).

Finalmente, efectua-se uma electrofusão entre uma célula embrionária e um citoplasto, de modo que dentro do ovócito sem material genético passa a estar o conjunto diplóide de cromossomas da célula que se deseja clonar (transferência nuclear). Após a fusão, o citoplasto é activado farmacologicamente para simular as ondas de cálcio da fecundação (activação). Espera-se então que ocorra a reprogramação genética do ADN e que o citoplasto se divida para originar um novo embrião. Ou seja, de um embrião original podem-se produzir, por clonagem das suas células, múltiplos embriões geneticamente iguais ao embrião original. Estes embriões são depois criopreservados para poderem ser transportados e vendidos no mercado. Depois de descongelados são transferidos para o útero de animais fêmeas portadores, que darão à luz animais com

Células somáticas adultas, foliculares (11) e fibroblastos (12). (C) Transferência nuclear. 13-15. Colocação da célula a clonar no espaço perivitelino, através do orifício da ZP, em contacto com a membrana do citoplasto. 16. Electrofusão. 17. Activação farmacológica. 18. Formação de embrião clonado após cultura e reprogramação do ADN transferido

aquelas características excepcionais. Esta tecnologia é muito eficiente e não origina animais doentes, pois o material genético é oriundo de células embrionárias totipotentes (blastómeros) ou pluripotentes (epiblasto). No caso das células fetais, como são mais diferenciadas, a clonagem é menos eficiente.

Até ao sucesso da ovelha *Dolly*, e apesar de inúmeras tentativas, não se conseguiram clonar células somáticas adultas, removidas de tecidos de seres vivos ou mortos. Só se conseguiu ultrapassar este problema quando se descobriu que, antes da electrofusão, as células somáticas adultas tinham de ser cultivadas durante 5-7 dias em meio de cultura pobre em nutrientes de modo a obrigar a célula a diminuir o seu metabolismo e a parar a replicação do seu ADN (fase G0). A eficiência pode ser aumentada utilizando a técnica da reclonagem (clonagem embrionária a partir dos blastómeros ou do epiblasto de embriões resultantes da clonagem de células somáticas adultas). Mesmo assim, a clonagem somática adulta é muito ineficiente, sendo realizada por tentativa e erro até que uma das transferências nucleares resulte num embrião (taxa de formação de blastocistos = 17%). No entanto, na maioria dos casos, os blastocistos não conseguem implantar (taxa de implantação $\leq 1\%$). Para além deste problema, quando ocorre implantação, a maioria dos fetos morre *in utero* por apresentar anomalias da placenta e dos órgãos. Dos animais que nascem, a maioria morre pouco depois por dificuldades respiratórias. Finalmente, dos animais sobreviventes, praticamente todos acabam por desenvolver variadas doenças (obesidade, artrite, diabetes, tumores malignos, envelhecimento precoce, longevidade descontrolada, défices imunológicos). Por exemplo, foi preciso criar e transferir cerca de mil embriões somáticos de ovelha até um conseguir originar a *Dolly*. Actualmente, esta taxa baixou para

1/500, 1/300 ou mesmo 1/100, consoante os laboratórios e as espécies animais. A baixa eficiência da técnica e as anomalias encontradas são devidas à incapacidade do citoplasto em actuar eficientemente sobre o material genético da célula somática para o tornar totipotente. Esta incapacidade resulta do facto de o material genético de uma célula somática adulta possuir alterações que, ao contrário das células embrionárias, o tornam diferenciado e mortal¹¹⁻¹³.

Nos animais, a clonagem somática adulta é vista como a melhor técnica para se obterem cópias genéticas de um animal com características excepcionais. De facto, na clonagem embrionária, em que os embriões originais derivam da fecundação *in vitro*, o material genético dos blastómeros não corresponde ao do animal que se deseja clonar por haver mistura com os cromossomas do outro gâmeta utilizado.

Na clonagem somática adulta, os veterinários também podem alterar ou introduzir novos genes no material genético das células somáticas a clonar. Deste modo, os embriões apresentarão esse novo gene em todas as suas células, e esse gene também estará presente em todas as células do animal que nascer. Por este método podem-se produzir animais com novas características: resistentes a ambientes extremos (estepes, desertos) para ajudar as populações locais; maior produção de leite ou carne; produção de leite modificado (alergénico, para crianças com alergia ao leite), com suplementos vitamínicos ou com vacinas (para ajudar a alimentar e a defender crianças em situações de pobreza); secreção de medicamentos no leite, tornando a sua produção mais barata (insulina, factor de crescimento, factores da coagulação para hemofílicos, etc.). Por outro lado, como o porco tem órgãos com anatomia parecida com a humana, os porcos obtidos por clonagem poderão vir a servir como dadores de órgãos para transplante pro-

visório (enquanto se aguarda por um dador compatível), uma vez que o porco clonado levará um gene especial que evitará a rejeição dos seus órgãos pelos seres humanos. Esta técnica também está a ser aplicada para preservar espécies animais em extinção.

As células somáticas adultas mais usadas na clonagem reprodutiva animal são as células foliculares e os fibroblastos. As células foliculares já se encontram em fase G0, pelo que podem ser de imediato utilizadas. Para além disso, como são pequenas, podem ser microinjectadas no citoplasto, tornando desnecessária a electrofusão. No entanto, apenas os fibroblastos permitem a modificação genética da célula antes de esta ser clonada, uma vez que sobrevivem muito bem em cultura prolongada e mantêm a capacidade de divisão celular. As células foliculares, como são de origem feminina, apenas geram animais clonados fêmeas. Já os fibroblastos permitem obter animais clonados de ambos os sexos (figura 11).

Alternativamente, pode-se clonar um animal com recurso à activação partenogenética, mas neste caso apenas se poderão clonar animais fêmeas (figura 12). Os ovócitos são ovulados em metafase II da meiose e a segunda divisão meiótica só ocorre com a fecundação, havendo então extrusão do segundo glóbulo polar e formação do pronúcleo feminino haplóide. Como o ovócito maduro é uma célula excitável³⁻⁵, pode ser activado farmacologicamente sem haver fecundação (activação partenogenética). Se, após a activação, o ovócito for incubado numa solução com agentes químicos que impeçam a extrusão do segundo glóbulo polar, forma-se um pronúcleo diplóide (diploidização). Esta célula, activada partenogeneticamente e diploidizada, pode então dividir-se e originar um embrião partenogenético. Porém, a presença de 46 cromossomas todos da linha feminina origina anomalias genéticas que impedem o bom



Figura 12 — Partenogênese. (A) Ovócito maduro com zona pelúcida (ZP), 1.º glóbulo polar (1GP) no espaço perivitelino, e a região dos cromossomas (*). (B) Activação partenogenética seguida de diploidização (ausência de extrusão do 2.º glóbulo polar) com formação de um pronúcleo diplóide (seta). (C) Divisão da célula activada partenogeneticamente e diploidizada, com formação de um embrião partenogenético

desenvolvimento embrionário, a implantação, ou condicionam anomalias fetais graves (com abortamento) e neoplasias malignas da placenta.

Na clonagem reprodutiva humana, o objectivo é criar um embrião somático construído por transferência nuclear do material genético de uma célula somática adulta, removida de um tecido ou órgão de uma pessoa viva ou morta, para um citoplasto. Este embrião destina-se a ser transferido para o útero de uma mulher de modo a que implante e origine um feto humano, que seria um clone genético de um ser vivo pré-existente. Esta aplicação foi primariamente pensada para os casais inférteis com ausência de gâmetas e que não desejam utilizar gâmetas de dador. Não resultando da mistura da informação genética materna e paterna, não se trata de reprodução, mas de criar uma cópia de um dos dois progenitores. Por isso, existe neste processo uma perda da diversidade entre os indivíduos. A existência de indivíduos com a mesma identidade, iguais no aspecto

externo (incluindo impressões digitais) e na constituição genética (incluindo grupos sanguíneos, grupos de histocompatibilidade, tendências e capacidades) pode, no entanto, não ser total, caso ocorram modificações espontâneas durante a reprogramação nuclear embrionária, durante a interação materno-fetal, e devido aos factores educacionais e de relação com os outros indivíduos. Estas condicionantes podem não ser relevantes se a técnica ficar restrita ao pequeno número de pessoas com aquele tipo grave de infertilidade. Tem-se considerado a aplicação da clonagem somática reprodutiva aos seres humanos como violação das disposições éticas que regulam a experimentação clínica humana, por se desconhecer o mecanismo de acção da técnica e por os testes animais indicarem riscos elevados de anomalias. Do mesmo modo, enquanto a técnica se revelar inadequada, também não devem ser aplicados para transplante os tecidos diferenciados de células embrionárias estaminais do epiblasto removidas de embriões obtidos por clonagem somática adulta terapêutica ou por partenogénese com diploidização.

A tecnologia da clonagem somática reprodutiva humana tem sido solicitada como método de obtenção de um descendente com fins para além dos reprodutivos: (a) indivíduos que pensam que o novo ente, apresentando as mesmas capacidades e tendências, poderá dirigir melhor os seus negócios ou oligarquias; (b) indivíduos que, temendo uma futura doença, desejam ter nesse novo ente uma fonte para possíveis transplantes; (c) indivíduos que entrevêm no novo ente a possibilidade de se manterem imortais no tempo (prolongamento da sua vida, da sua personalidade, das suas capacidades); (d) indivíduos que, não aceitando a perda de entes queridos, tentam desse modo uma espécie de ressuscitação (recuperar um filho, a esposa ou os pais falecidos, mas também os ídolos, como Jesus, Hitler, Elvis

Presley, etc.); (e) indivíduos que, na ausência de dador compatível para transplante, tentam encontrar no clone de um filho gravemente doente a possível cura deste último. Por a técnica actual da clonagem somática reprodutiva humana implicar uma gestação normal de 9 meses e o bebé necessitar na mesma de crescer pelo menos 18 anos até atingir a vida adulta, este tipo de clonagem não tem qualquer interesse nem é aplicável à formação de exércitos ou escravos desumanizados.

No momento em que a clonagem somática reprodutiva seja uma metodologia eficaz e segura, poderá também permitir a construção de uma espécie humana geneticamente melhorada. Neste procedimento, seriam cultivadas células somáticas adultas para as perpetuarmos e assim podermos modificar o seu genoma. Nesta manipulação genética, modificar-se-iam diversos genes de modo que a célula passasse a conter determinadas características favoráveis que correspondessem a um ser humano mais saudável (sem propensão para doenças), intelectualmente mais desenvolvido e imortal. Esta célula seria então clonada de forma a poder-se gerar um novo ser humano com aquelas características genéticas. Devido a estas alterações genómicas, o problema da perda da diversidade entre indivíduos poderia já não ser um problema.

A evolução social levou à permissão da interrupção voluntária da gravidez (IVG), ao diagnóstico pré-natal (DPN) e ao diagnóstico genético pré-implantação (DGPI), apesar de estes não terem como indicação a correcção de um defeito, mas terminar com a vida de um feto ou embrião. No entanto, enquanto o DPN obriga a IVG, o DGPI actua sobre o embrião antes da implantação, tendo como objectivos impedir a transmissão de doenças genéticas graves, impedir os abortamentos de repetição ou ajudar a salvar a vida de um irmão doente¹¹.

No entanto, um dia a sociedade poderá também incluir nas indicações do DGPI a selecção de embriões para evitar o envelhecimento, o cancro (já em curso), as doenças respiratórias, cardiovasculares, neurológicas, imunológicas, endócrinas e outras. Isto sucederá à medida que a genética for descobrindo que genes controlam essas doenças. Também acabará por incluir a possibilidade de seleccionar os descendentes de modo a possibilitar uma não rejeição de enxerto em caso de necessidade de transplantes (já em curso). E finalmente incluirá a selecção de características vantajosas, como a longevidade, a beleza, a estatura, o sexo e as capacidades físicas, emocionais, técnicas e de inteligência¹⁴.

Sendo a espécie humana um produto do domínio tecnológico sobre a natureza, o que inclui os artefactos que usamos todos os dias e não aceitaríamos deixar de possuir, como a distribuição de água e comida, roupas, casas, sistemas de tratamento de esgotos e lixos, frigoríficos, educação, prevenção das doenças (vacinas) e assistência médica (consultas, medicamentos, próteses, cirurgias), é correcto admitir que em última instância atingiremos a fase de nos transformarmos numa espécie melhor por acção tecnológica. Por outro lado, o sistema democrático permite que este modo de vida possa ser uma opção e não uma obrigação.

Teoricamente, se a tecnologia permitir aqueles avanços, os direitos humanos que exigem o acesso igual de todos à saúde obrigará a que as novas tecnologias se apliquem a todos sem discriminação económica e que, em caso contrário, ninguém delas deva beneficiar. Porém, na prática, o maior poder económico já permite o acesso a melhores cuidados de saúde.

Talvez, em vez de seleccionar, devêssemos aceitar, compreender e investigar para corrigir, tal como fazemos com

os vivos. Nessa sociedade eutópica, não haveria IVG, DPN nem DGPI, e as famílias com crianças doentes possuiriam um apoio social de excelência. No entanto, nem todos pensam assim, pelo que aceito se deva autorizar estas técnicas.

Em relação às indicações extra do DGPI¹⁴, tecnicamente não se colocam obstáculos. Em primeiro lugar, toda a doença é um mal não desejado, pelo que não seria justa a discriminação. Segundo, porque as famílias são de um modo geral muito coesivas, pelo que o desenho de familiares compatíveis para permitir a disponibilidade de transplantantes não será coercivo. Terceiro, porque as escolhas vantajosas não são dependentes de saúde, e o acesso pelos mais ricos aos bens de maior valor já há muito que é uma realidade aceite. Quarto, não devemos ter medo de abrir a era da manipulação do genoma humano, uma vez que poderá vir a ser essencial em termos de garantir a evolução e a sobrevivência da espécie. Quinto, desta manipulação não se espera uma perda da diversidade populacional. E, finalmente, não devemos esquecer que o mais importante é a democracia, a possibilidade de escolher livremente, desde que sem provocar mal a terceiros.

Bibliografia

1. TESARIK, J., SOUSA, M. (1995), «Key elements of a highly efficient intracytoplasmic sperm injection technique: Ca^{2+} fluxes and oocyte cytoplasmic dislocation», *Fertil Steril*, 64, pp. 770-776.
2. SOUSA, M., CREMADES, N., SILVA, J., OLIVEIRA, C., TEIXEIRA DA SILVA, J., VIANA, P., FERRÁS, L., BARROS, A., 2002, «Predictive value of testicular histology in secretory azoospermic subgroups and clinical outcome after microinjection of fresh and frozen-thawed sperm and spermatids», *Hum Reprod*, 17, pp. 1800-1810.

3. SOUSA, M., BARROS, A., MENDOZA, C., TESARIK, J., 1997, «Role of Ca^{2+} oscillations during human preimplantation embryo development», *Ass Reprod Rev*, 7, pp. 139-150.
4. EL. SHAFIE, M., SOUSA, M., WINDT M. L., KRUGER, T. F. (2000), *An Atlas of the Ultrastructure of Human Oocytes. A Guide for Assisted Reproduction*, Parthenon Publishing Group, Nova Iorque.
5. TESARIK, J., SOUSA, M., TESTART, J., 1994, «Human oocyte activation after intracytoplasmic sperm injection», *Hum Reprod*, 9, pp. 511-518.
6. TESARIK, J., SOUSA, M., 1994, «Comparison of Ca^{2+} responses in human oocytes fertilized by subzonal insemination and by intracytoplasmic sperm injection», *Fertil Steril*, 62, pp. 1197-1204.
7. SOUSA, M., BARROS, A., TESARIK, J., 1996, «Developmental changes in calcium dynamics, protein kinase C distribution and endoplasmic reticulum organization in human preimplantation embryos», *Mol Hum Reprod*, 2, pp. 967-977.
8. ALVES, C., SOUSA, M., SILVA, J., BARROS, A., 2002, «Preimplantation Genetic Diagnosis using FISH for carriers of Robertsonian translocations: the portuguese experience», *Prenatal Diagnosis*, 22, pp. 1153-1162.
9. CARVALHO, F., SOUSA, M., FERNANDES, S., SILVA, J., SARAIVA, M. J., BARROS, A., 2001, «Preimplantation genetic diagnosis for familial amyloidotic polyneuropathy (FAP)», *Prenatal Diagnosis*, 21, pp. 1093-1099.
10. TESARIK, J., NAGY, Z. P., SOUSA, M., MENDOZA, C., ABDELMASSIH, R., 2001, «Fertilizable oocytes reconstructed from patients somatic cell nuclei and donor ooplasts», *Reprod BioMed Online* 2, pp. 160-164.
11. WILMUT I, 2002, «Are there any normal cloned mammals?», *Nature Med*, 8, pp. 215-216.
12. MANN MRW *et al.*, 2003, «Disruption of imprinted gene methylation and expression in cloned preimplantation stage mouse embryos», *Biol Reprod*, 69, pp. 902-914.

13. MARQUES, J., CARVALHO, F., SOUSA, M., BARROS, A., 2004, «Altered genomic imprinting in disruptive spermatogenesis», *THE LANCET*, 363, pp. 1700-1702.
14. SOUSA, M., BARROS, A., 2004, «A moral case study for discussion: designer babies and tissue typing», *Reprod BioMed Online*, 9, pp. 596-597.

A problemática da clonagem humana

NUNO GRANDE

*Laboratório de Biologia Celular, Instituto de Ciências
Biomédicas Abel Salazar, Universidade do Porto*
ngrande@netcabo.pt

A problemática da clonagem humana, particularmente com fins reprodutivos, assumiu uma importância crescente após a clonagem animal realizada na Inglaterra. A especulação desenvolvida à volta desta possibilidade insere-se na lógica publicitária dos aspectos comerciais que se afigura irresponsável e imoral. Assim se estabeleceu a necessidade de promover a aprovação de um projecto internacional de regulamentação da clonagem reprodutiva que a França e a Alemanha implementaram. Os Estados Unidos também legalizaram esta estratégia, incluindo a clonagem terapêutica, adiando o projecto de regulamentação, previsto para 2003.

Desde há quarenta anos que se realiza a separação da sexualidade da reprodução, pelos instrumentos de contracepção autorizados e divulgados. Há vinte anos que se pratica a procriação sem acto sexual pelas técnicas de fecundação *in*

vitro. A possibilidade de uma clonagem humana, especialmente a reprodutiva, está ainda muito longínqua. Devemos discutir todas as implicações que resultam da possibilidade de vir a conseguir-se a dissociação da criança do homem e da mulher dos respectivos gâmetas. Será a reprodução sem procriação, com possibilidade de intervir sobre o património genético. Desaparece o ser único e imprevisível, pelo menos no que se refere ao genótipo, razão que justifica a recusa da clonagem reprodutiva.

É possível que a clonagem reprodutiva, quando for possível, não se torne uma prática frequente. De facto, mesmo nos países mais desenvolvidos do mundo moderno, a fecundação *in vitro*, por exemplo, só se pratica em 1% dos nascimentos. Será um processo muito complexo aplicável em casais homossexuais ou com infertilidade. A possibilidade de um diagnóstico genético, após fecundação *in vitro* na fase de implantação no útero do embrião respectivo, é um processo já realizado em famílias com possibilidade de doenças genéticas. Este método permite seleccionar embriões para serem implantados no útero materno ou de aluguer. Deu origem a uma intensa estratégia comercial que urge regulamentar, pois permite a utilização de embriões para objectivos exclusivos de satisfação pessoal ou do casal, pondo em risco a evolução natural e espontânea da espécie humana. Na verdade, estas técnicas podem tornar-se facilmente, quando mal utilizadas, métodos de condicionamento genético do comportamento humano, com tudo o que tal facto significa.

Se assim acontecer, a engenharia genética pode tornar-se uma poderosa arma com objectivos atentatórios da dignidade da espécie humana. É urgente uma legislação universal que permita a utilização dos avanços científicos relacionados com a clonagem terapêutica e reprodutiva *afwite* e defendida por todos os povos e por todas as culturas.

Tempo do homem, tempo de Deus

CARLO CARENA
carlo.carena@tin.it

«Que é, pois, o tempo? Quem o poderá explicar facilmente e com brevidade? Quem poderá apreendê-lo, mesmo com o pensamento, para proferir uma palavra acerca dele? [...] O que é, pois, o tempo? Se ninguém mo pergunta, sei o que é; mas, se quero explicá-lo a quem mo pergunta, não sei.»

Nestas famosas palavras do décimo primeiro livro das *Confissões* de Santo Agostinho¹ está bem patente a angús-

¹ *Confessiones*, 11.14.17, Santo Agostinho, *Confissões*, tradução e notas de Arnaldo Espírito Santo, João Barto e Maria Cristina de Castro-Maia de Sousa Pimentel, introdução de Manuel Barbosa da Costa Freitas, notas de âmbito filosófico de Manuel Bentura da Costa Freitas e José Maria Silva Reis, edição bilingue, Lisboa, Imprensa Nacional, Casa da Moeda, 2000, pp. 566-567.

Encontrando-se o texto citado traduzido em português, será transcrito a partir dessa versão, que assinalamos. Caso contrário, procede-se à sua tradução. (*N. dos T.*)

tia metafísica e existencial do homem, colocado perante o seu próprio tempo pessoal, entre um passado e um futuro que, como continua a considerar o santo filósofo, não existem, visto que um já não existe, ao passo que o outro ainda não existe. Por sua vez, o presente, se fosse sempre presente, deixaria de ser tempo, para passar a ser eternidade. E, pelo contrário, se para ser tempo se tivesse de traduzir em passado, como podíamos dizer que também ele existe? É aquilo a que Berdjaev chamou² «uma terrível laceração», em virtude da qual o tempo se transforma num fantasma e num «ponto abstracto desprovido de realidade». As três partes que o constituem, passado, presente e futuro, devoram-se umas às outras, fazendo desaparecer qualquer tipo de realidade e qualquer tipo de ser. No tempo, manifesta-se «um princípio malévolos, mortífero e destruidor».

É exactamente isso que conta o mito grego, ao representar Cronos, que destrói os seus filhos. Nos nossos dias, numa lição intitulada «Perfil de Clío»³, Iosif Brodskij observa precisamente que o historiador, mais ou menos conscientemente, se encontra como que paralisado entre dois vazios, o passado acerca do qual reflecte e aquele futuro para que trabalha, razão pela qual é dupla a noção de não existente.

Contudo, rebate Agostinho, o dilema prevalece, pois um tempo estável deixaria de ser tempo — passaria a ser eternidade. Mas há Alguém que o é, que é estável, ou seja, eterno, e, como tal, criador do tempo. Tempo do homem e tempo, ou melhor, eternidade, de Deus.

² N. Berdjaev, *Il senso della storia* (1925), trad. it. P. Modesto, Milão, Jaca Books, 1971, pp. 63 e segs.

³ I. Broskij, *Profilo di Clío*, ed. de A. Cattaneo, Milão, Adelphi, 2003.

Essa página da obra de Santo Agostinho, majestosa e dramática, apresenta um problema que envolveu desde sempre filósofos e mitógrafos, na tentativa de escavar e de representar as aporias que nela afloram. Dramático para o indivíduo, o problema do tempo não o é menos para a história. Já os primeiros gregos, teólogos e poetas, por um lado, procuram determinar um ponto fixo no fluxo que nos arrasta, e, por outro lado, descobrir as regras a que se encontra vinculado, ou então atribuir-lhas. Tocou particularmente a imaginação e a experiência dos Gregos a contemplação dos movimentos regulares dos astros, a repetição das estações, a sucessão das idades do homem. Com Ferécides de Siro, que remonta ao século VII, e a partir dele, foi dada primazia àquele ponto imóvel, necessário à própria percepção do movimento, que Ferécides identifica em Zeus e em Ctónia, o Céu e a Terra — «Zeus e Cronos sempre existiram, e Ctónia»⁴.

Mas em torno deles, por baixo dos seus pés, tudo corre infinitamente através de ciclos que se repetem, quer ao longo daqueles tempos, extremamente dilatados, das idades do mundo, na sua ininterrupta formação e na sua ininterrupta dissolução, quer através das épocas que se sucedem dentro de cada ciclo, em contínua extinção e renovação, para dar de novo ao homem, conforme explica Giorgio de Santillana, no *Mulino di Amleto*⁵, «a renovada força para continuar a viver, apesar de uma realidade sem sentido».

⁴ Fr. 1 (*Die Fragmente der Vorsokratiker*, fixação do texto grego e tradução em alemão de Hermann Diels, 6.^a ed. actualizada por Walther Kranz, Berlim, Weidmannsche Verlagsbuchhandlung, 1952, 3 vv.).

⁵ Giorgio de Santillana/Hertha von Dechend, *Il mulino di Amleto*, a cura di Alessandro Passi, Milão, Adelphi, 2003, ed. revista e actualizada, p. 389.

Quando dos mitógrafos se passa para os filósofos, no majestoso poema físico de Empédocles, o movimento cíclico torna-se uma lei física e metafísica⁶:

Não acabam nunca, esses elementos, que continuamente se transformam uns nos outros, ora juntando-se todos num, em harmonia, ora seguindo percursos discordantes, levados pelos desafios do ódio. E como são sempre mais quando se desfazem, encontram-se em permanente devir. A sua eterna vida não é estável, nem acabam nunca, modificando-se continuamente...

«Juntos, princípio e fim são uma circunferência», dirá, por sua vez, Heraclito (fr. 103). Havia também nesse esquema uma ideia de perfeição que atraía a mente grega. Como dizia Pitágoras⁷, «a forma mais bela dos sólidos é a esfera e das figuras planas é a circunferência». E havia ainda a sua consciência pessimista da labilidade de todas as coisas, que culmina no poema de Parmênides. Como nos explicou Plutarco⁸, a natureza dos seres mortais não existe, é apenas agregação e dissolução de coisas misturadas, aquilo a que os homens chamam natureza. Oposto a esse devir é o ser, imóvel e eterno, o ser oposto ao mutável fenoménico (*phainesthai*, mostro-me, apareço, sou aparência, que passa a Platão).

Para os Gregos, tudo o que existe aparece enquanto sujeito a uma sorte que é semelhante — afirmou-o Anaximandro⁹. Mostra-se, então, como um grande ciclo

⁶ Fr. 4 (*Poema físico e lustrale*, ed. de Carlo Gallavotti, Milão, Fondazione Valla, Mondadori, 1977).

⁷ Diógenes de Laércio, 8.35.

⁸ *Moralia adversus Coloten*, 10.1111F.

⁹ Fr. 1.12.B1 (Diels/Kranz).

universal, quer no estoicismo antigo, quer no novo, dizendo-nos Eusébio¹⁰ que

Os estóicos mais antigos pensavam que tudo acabava em éter, mais precisamente, que depois de ciclos temporais de longa duração, tudo acabava no fogo eterno. [...] Os estóicos, de facto, consideram que toda a substância se transforma no fogo espermático e que a partir deste se reconstrói, de novo, o cosmos, tal como era anteriormente. Aqueles que concebem uma ordem imutável do universo instituem, da mesma feita, períodos, em cujo âmbito tudo é representado de modo semelhante.

Bem poderemos compreender que estes conceitos fascinassem os poetas e inquietassem os historiadores. Também nos nossos dias fascinaram escritores como Borges, que num capítulo da sua *Historia de la eternidad*, intitulado «Tempo circular», sugere vários modos de interpretar essa teoria e enumera diversos autores que a cultivaram, de Heraclito a Poe, de Bacon a Condorcet, de Vico a Schopenhauer.

O primeiro de entre os poetas a dar-lhe asas é Hesíodo. Zeus, o *Olímpico*, na *Teogonia*¹¹, vence seu pai, Cronos, que tinha devorado os outros filhos, com receio de ser destronado pelos mortais. Contudo, como se pode ver em *Erga, Os Trabalhos e os Dias*, foi com ele que arrancou a marcha da história dos mortais.

Hesíodo, o inaugurador literário dessa teoria fundamental, conta, naquele seu poema, como ao tempo do reino celeste de Cronos viveu feliz a primeira idade de mortais. Viveu como os próprios deuses, sem preocupações, sem tristezas,

¹⁰ Crisipo, fr. 596 (2.184) (*Stoicorum veterum fragmenta*, collegit Ioannes ab Arnim, ed. stereotypa 1903-05, 1924, Stutgardiae, Teubner, 1978-79, 4 vv.).

¹¹ 73.

sem envelhecer, numa eterna e alegre juventude, sem ter de trabalhar os campos, em paz e abundância. Os homens dessa primeira e feliz idade morreram por vontade de Zeus, e a seguir vieram os de uma segunda idade, já inferior, a da prata, que tinham uma longa infância e uma breve adolescência. Foi igualmente exterminada por Zeus, pois desprezava as divindades do Olimpo e o seu culto. O deus criou então uma terceira idade, a do bronze, de homens mortais, guerreiros, de coração duro, fortes e temíveis, que acabou por sua própria vontade no Hades. Melhor e mais justa, a quarta idade, de heróis e semideuses, precedeu a nossa. Foi a dos combatentes de Tebas e de Tróia, onde todos eles morreram, tendo sido levados por Zeus para as Ilhas dos Bem-aventurados. O poeta, tal como nós, vive na infeliz idade do ferro, que é de trabalhos e misérias, também ela destinada a ser destruída pelo rebento de Cronos, quando chegar a tal ponto de degradação que nem os filhos tratem dos pais, e prevaleça a força e a injustiça, o malévolo e o mentiroso.

Séculos volvidos, um outro poeta há-de encontrar no tempo uma mesma lei de decadência e de dissolução. Todavia, epicurista como é, deduzi-la-á não da moral, mas da física. No final do segundo livro do *De rerum natura*, Lucrécio explica que os elementos do cosmos se formam, se distribuem e depois se esgotam. Mediante uma abordagem que, a partir dele, conforme veremos, irá ser retomada, Lucrécio, com uma sensação precoce, mais tarde confirmada por outros autores, continua deste modo¹²:

Pouco a pouco, a idade despedaça a força plena, levando ao declínio. Já que, quanto maior e mais vasto é um corpo,

¹² *De rerum natura*, 2. 1131-1135, 1139-1141, 1144 e segs., 1150-1152, 1173 e segs. Lucrécio também escreveu, no quinto livro do poema, uma história da civilização.

quando deixa de se desenvolver, tantos mais sémenes germinais produz e espalha, por onde quer que seja, em todas as direcções. [...] Na verdade, as coisas morrem quando, esgotadas pela corrente, todas sucumbem aos impulsos exteriores, pois na velhice o alimento começa a faltar. [...] Assim, também as muralhas do vasto mundo, tomadas de assalto, hão-de desabar, como ruínas putrefactas. [...] A nossa idade está perdida, a terra exausta mal produz seres fracos, essa mesma terra que outrora gerou de tudo e criou no seu seio animais com corpos possantes. [...] Todas as coisas se vão gradualmente arruinando e caminham para a morte, desgastadas pelo grande espaço de tempo.

São ideias que permanecem no horizonte das mentalidades e que se encontram na base de toda uma concepção de tempo e de história onde não entram medidas ou metas, por serem iguais e infinitos, no pleno da sua força e na exaustão das suas energias, sempre novos e sempre antigos.

Essa dinâmica «heracliteia» reflectir-se-á na concepção que Políbio partilha da dinâmica circular (*anakyklosis*) dos Estados, única lei objectiva e geral que aquele cientista do realismo da história expõe e aplica. No quarto capítulo do sexto livro, delinea as três tipologias possíveis para a constituição de um Estado, de resto já apontadas por Platão, ou seja, monarquia, aristocracia e democracia. Cada uma delas, ao ser instaurada por essa ordem, sofre uma involução ou uma degenerescência, que determina a respectiva queda e a sua substituição pela idade sucessiva, também ela destinada a ter a mesma sorte. É aquilo a que Políbio chama um processo de «nascimento, desenvolvimento e decadência natural», a saber, «desenvolvimento, florescimento, decadência e fim». Capta-o claramente, no seu todo, a história da constituição romana e os seus «processos naturais», que a levaram à perfeição, ao eximi-la

dos processos involutivos e do destino catastrófico que coube a outras, já que nela se fundem as três formas de governo clássicas.

A ideia de crescimento e decadência transfere-se para a dinâmica dos Estados e da história da fisiologia do ser humano. Surge à transparência, em Roma, no prefácio de Tito Lívio¹³ ao *Ab urbe condita*, quando o historiador se propõe apresentar setecentos anos da sua nação, explicando que

Pouco extensa nos seus primórdios, Roma cresceu tanto que é com dificuldade que actualmente assume a sua grandeza. [...] Veja-se só como as forças vivas de um povo, outrora tão poderosas, se destroem a si próprias. [...] Observe-se duramente como dantes se vivia, que costumes eram seguidos, graças a que homens e através de que meios, tanto em épocas de paz como de guerra, nasceu e cresceu o nosso império. E considere-se, então, como, em virtude do gradual desleixo da disciplina, os hábitos se foram alterando, degradando-se cada vez mais, a ponto de entrarem em derrocada, tanto que, nestes tempos, já não podemos suportar nem os nossos vícios nem os seus remédios.

Mas é, de sobremaneira, num outro proémio, o do epítome de Lívio que foi elaborado por Lúcio Aneu Floro, que essa ideia ganha corpo, ao ser exposta de modo mais exacto e detalhado, para a partir daí granjear enorme sucesso. Eis o seu texto¹⁴:

Se se imaginasse o povo romano como um só homem e se considerasse toda a sua vida, início, crescimento, chegada à flor da juventude e, depois, envelhecimento, contar-se-iam quatro fases nesse processo. A primeira idade foi aquela em

¹³ Præf. 4. e 9.

¹⁴ 1.Præf.2.

que governaram reis e durou quatrocentos e cinquenta anos, ao longo dos quais se combateu à volta da própria cidade contra os povos vizinhos. Corresponderá à infância. A sucessiva estende-se do consulado de Bruto e Colatino ao de Ápio Cláudio e de Marco Fúlvio, e abrange duzentos e cinquenta anos, nos quais se subjuga a Itália. Esse foi o período mais turbulento, para homens e combatentes, pelo que se pode dizer o da adolescência. Nos sucessivos duzentos anos, até César Augusto, houve paz no mundo. Corresponde à própria juventude do império e, digamos, à sua vigorosa maturidade. Seguidamente, desde César Augusto até aos nossos tempos, correram menos anos, ao longo dos quais, por incapacidade dos Césares, quase se envelheceu e definhou¹⁵.

Por uma curiosa coincidência, também nas páginas iniciais da parte que chegou até nós dos *Rerum gestarum libri*, de Amiano Marcelino, se lê este passo, onde ressoa Floro¹⁶:

No tempo em que Roma começou a ganhar luz para o mundo, destinada a viver, até que o género humano exista,

¹⁵ A ideia de decadência, e até de fim do próprio tempo, é, como se viu, uma constante em muitos desses autores, logo a partir de Hesíodo. Também no décimo quarto capítulo do apócrifo do *Livro de Esdras*, mais ou menos contemporâneo de Floro, se lê que «o mundo perdeu a sua juventude e os tempos começam a envelhecer. De facto, a idade encontra-se dividida em doze partes, tendo já passado a nona e metade da décima. Restam, pois, duas, para além de metade da décima parte».

¹⁶ 14.6.3. Um fugaz aceno ao mesmo assunto encontra-se também na vida de Caro, da *Historia augusta*, 1.2: «Entretanto a república, ao longo dos tempos, ora animada, ora despedaçada por diversas agitações, sujeita à mudança, entre algumas tempestades e momentos de prosperidade, bem passou por tudo aquilo por que pode passar a condição humana, na pessoa de um só homem, mas, depois de tantos males, sobreveio finalmente uma felicidade estável e duradoura». Encontram-se referências análogas em escritores cristãos, como Tertuliano, Cipriano e Ambrósio.

para crescer sempre mais, a Virtude e a Fortuna, que costumam discordar entre elas, fizeram um pacto de paz eterna, pois, se uma delas faltasse ao acordo, Roma não teria alcançado o seu verdadeiro ápice. Aquele povo, desde a infância ao fim da meninice, ciclo com cerca de trezentos anos, lutou em redor das suas muralhas. Chegado à idade adulta, depois de muitas guerras terríveis, atravessou os Alpes e o Mar. Com juventude e com vigor, trouxe louros e triunfos de toda a parte do imenso mundo. E agora, ao inclinar-se para a velhice, quando deve vitórias, tantas vezes, apenas ao seu nome, rumo a uma fase mais tranquila da vida.

Esse é mais um motivo para retomarmos os estóicos. De facto, segundo Lactânio¹⁷, também Séneca pai ou, mais provavelmente, Séneca filho, tinha aplicado o ciclo biológico humano à história de Roma, considerando a infância com o pai Rómulo, a puerícia com os outros reis, a adolescência entre a república e as guerras cartaginesas, a juventude desde então até ao início das guerras civis, quando começa a velhice. Depois de ter perdido a liberdade, atravessa então, de novo, uma outra infância e uma outra velhice.

Para o homem, a corrupção está na natureza e nas suas leis; para os povos, está na moral. Mas a inclinação natural para a perfeição absoluta continua a manifestar-se de quando em vez. De modo mais tangível, no *Corpus hermeticum*, onde se lê¹⁸:

Assim são criadas todas as coisas. Aos imortais é concedida eterna duração. Nutre as partes imortais do mundo a ascensão da luz até às alturas, a qual se difunde a partir do lado voltado para o céu. Pelo contrário, a luz dirigida para

¹⁷ *Divinæ institutiones*, 7.15.14-16.

¹⁸ 14.8 s.

baixo, que ilumina a cavidade das águas da terra e do ar, criando e transformando, dá energia e anima o movimento dos seres que vivem nessas partes do mundo. Como uma espiral [*figura também ela perfeita, à semelhança da circunferência, mas dinâmica e que se pode propagar infinitamente*], metamorfoseia e transforma cada coisa noutra. [...] A duração de cada corpo é mudança, sem dissolução para os corpos imortais, com dissolução para os mortais.

No *Asclepios*¹⁹, conta-se como os homens, um dia, deixarão de amar este mundo, que é o melhor mundo possível enquanto gloriosa e inimitável obra de Deus, preferirão as ténébras à luz, a morte à vida, desprezarão a religião e apreciarão a impiedade. Então os deuses ir-se-ão embora e ficarão só os espíritos malvados, que hão-de levar os homens a imiscuírem-se em guerras e rapinas e «em quanto é contrário à natureza da alma». Terra, mar e céu ficarão devastados, e essa será «a velhice do mundo, impiedade, desordem, irracionalidade de todas as coisas». Então Deus intervirá, destruirá o mal e restituirá ao mundo o seu aspecto prístino. Será um renascimento, imposto pelo fluxo cronológico, enquanto reconstrução de todas as coisas boas e restabelecimento santíssimo e religiosíssimo da própria natureza.

Aliás, a malvez desse fluxo encontra-se já presente na argumentação de Agostinho acerca da ‘irrealidade’ do tempo, um monstro que se devora a si próprio.

Assim sendo, a história existe mesmo? Alguma vez existiu uma história? A única realidade de tempo que existiu e que existe é a eternidade e a única possibilidade de processo histórico reside em Deus, que é imóvel. É Deus que a história toma por referência, a qual por ele foi criada,

¹⁹ 25 s.

dele decorre, dele se afasta, a ele regressa. É essa a pedra angular da filosofia (ou teologia) agostiniana da história, frontalmente contraposta, na sua realidade e com as suas perspectivas, às concepções clássicas.

A história desenrola-se pois fora de Deus, fora da eternidade, no tempo, que nasce simultaneamente para a criatura. Mas, estranha a Deus, e contudo vinda de Deus, a criatura não se pode aproximar dele, mesmo quando a sua liberdade, desejada pelo Criador, que não pode senão criar uma coisa completa e perfeita, dele a afasta, submetendo-a a outros desígnios, ao longo daquele segmento que corre entre dois momentos eternos. Fazer historiografia não é mais do que descobrir este processo, sob aparências e «distorções».

Na *Cidade de Deus*, Agostinho analisa, acima de tudo, a história antiga, à luz de uma perspectiva crítica que anula todos os lugares comuns, todos os ciclos, todas as absolutizações de momento, todos os conceitos da moral, mas sobretudo aquela autonomia de acordo com a qual a história humana não era, se não repetição de si mesma, contínua renovação do passado. Os que inventaram a fábula dos «círculos», nela ficaram enredados, pois «ignoram quando começaram e quando devem acabar o género humano e a nossa condição mortal»²⁰.

Trata-se de uma concepção «velha» da história, velha como tudo o que pertence ao velho mundo recusado por S. Paulo, ao passo que, de outro modo, à luz de uma visão transcendente tudo se ilumina, tudo se compreende e, o que é mais, tudo adquire um significado. Esse significado é fornecido, acima de tudo, pela Bíblia. A Bíblia contém e

²⁰ *De civitate Dei*, 12.15, Santo Agostinho, *A Cidade de Deus*, tradução, prefácio, nota biográfica e transcrições de J. Dias Pereira, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1993, v. 2, p. 1115. Vd. também o tom derisório que caracteriza o décimo oitavo capítulo.

é origem de uma história sacra, ou seja, o projecto histórico de Deus, a salvação do homem que livremente descaiu no pecado. A verdadeira «economia» da história é a economia da salvação. Ver a história como história sagrada é ver a obra de Deus, a obra feita por Deus.

O fulgor dessa perspectiva vem do início daquele livro sagrado, que conta como Deus criou o mundo — e, portanto, o tempo. Também Agostinho recorre, na verdade, ao antigo esquema das idades do mundo e da história, semelhantes às da vida humana, mas com o objectivo de dividir uma história «sacra». Só então, e a partir daí, o aplica à história universal, que, por sua vez, ganha significado na medida em que o seu percurso se projecta sobre esse esquema, definido pela história sacra²¹.

Quais sejam as seis idades «bíblicas», lê-se em vários passos dos escritos agostinianos, embora nem sempre de modo unívoco. Pensamento que se traduzirá, de forma mais sublime, na obra *Genesis contra Manichæos*²²:

Vejo, na verdade, ao longo de todo o texto [do *Genesis*] das Sagradas Escrituras, serem designadas e distintas, por assim dizer, seis idades de labor, pelo que é de esperar que a sétima seja de repouso. [...] De facto, os primórdios do género humano, quando começou a fruir desta luz, bem se podem associar àquele primeiro dia em que Deus a criou. Esta idade

²¹ Cf. R. Markus, *Sæculum, History and Society in the Theology of St Augustine*, Cambridge, Nova Iorque, Cambridge University Press, 1970, 1988, p. 17 e segs.

²² 1.23.35 e segs. E também *Contra Faustum* 12.8 e *Qæstiones in Heptateuchum* 7.49.26, ao passo que, no final das *Confessiones*, é prevalentemente o significado «espiritual» dos dias da Criação a ser focado. Também em *Civitas Dei* 16.43 se encontra uma referência em paralelo às idades do homem, mas ainda numa projecção que desdobra o esquema bíblico. Quanto às eras, cf. 22.30, último capítulo desta obra.

é como que a infância do século universal, [...] pois o homem, logo que nasce e sai para a luz, vive a sua primeira idade que é a infância. Vai de Adão até Noé, abrangendo dez gerações. Na noite do seu último dia, deu-se o dilúvio, e também sobre a nossa infância se estende o esquecimento, como se de um dilúvio se tratasse. Depois do tempo de Noé, começa na manhã seguinte a segunda idade, semelhante à meninice, que se estende até Abraão ao longo de mais dez gerações. [...] À noite, gera-se a confusão das línguas entre aqueles que construíam uma torre. [...] Mas nem esta segunda idade gerou o povo de Deus, que a meninice não é capaz de gerar. Então, a manhã começa com Abraão e surge a terceira idade, que é como a adolescência. [...] Esta idade pode gerar o povo de Deus, pois a terceira idade, a da adolescência, já pode ter filhos. [...] Propaga-se por catorze gerações, de Abraão a David. A sua noite está nos pecados do povo, que descuidava os mandamentos de Deus, tendo durado até ao pior dos reis, Saul. Numa nova manhã foi o reinado de David, uma idade semelhante à juventude. De facto, entre todas as idades, predomina a juventude, [...] pelo que se presta a ser comparada com o quarto dia, no qual foram criados os astros do firmamento. [...] A sua noite chegou com os pecados dos reis, em virtude dos quais aquele povo mereceu o cárcere e a escravidão. Fez-se manhã com o êxodo para a Babilónia, que com aquela prisão o povo ficou, docemente, em peregrino ócio. Esta idade, que se estende até à vinda de Nosso Senhor Jesus Cristo, é a quinta, ou seja, o declínio da juventude para a velhice. Apesar de não ser ainda a velhice, também já não corresponde à juventude. [...] É, para o povo hebraico, de declínio e fragmentação, em virtude da força com que o homem jovem envelhece. Bem se pode comparar com o quinto dia, no qual foram criados os animais da água e as aves do céu, já que os homens começaram a viver na terra e no mar, a ter poiso incerto e instável, como as aves quando voam. [...] Desse dia, ou seja, dessa idade, a noite é a multiplicação dos pecados do povo hebraico, cego a ponto de não reconhecer Jesus Cristo.

E eis que prossegue até ao momento culminante, verdadeira meta de todo um laborioso caminho. Assim o alcança, com o esplendor da luz e da glória e com pleno ardor da alma, no final do comentário, *Genesis contra Manichæos*²³:

De manhã faz-se a pregação do Evangelho por Nosso Senhor Jesus Cristo e, terminado o quinto dia, começa o sexto, em que surge a velhice do homem senil. Nessa idade, é violentamente esmagado o reino da carne e o templo é destruído. [...] Contudo, nela [...] há-de nascer o homem novo, que vive espiritualmente. [...] Quando a noite dessa idade estiver para chegar, que oxalá não nos encontre, se é que ainda não chegou, dela diz o Senhor: *Pensas que quando vier o Filho do homem encontrará fé na terra?* E depois daquela noite há-de amanhecer, quando o próprio Senhor chegar no esplendor. Então, repousarão com Cristo, de todas as suas obras, aqueles a quem foi dito: *Sejam perfeitos, como o vosso Pai que está nos céus.* [...] Depois de tais obras, de facto, espera-se o repouso do sétimo dia, que não tem noite.

É sob essa mesma luz que, na *Cidade de Deus*, será delineada e representada toda a parábola histórica. Com a «corrida do tempo», toma forma o que não é mais do que a «peregrinação» dos justos até à meta estável da eterna morada, embora em intersecção, nas suas contingências, com as investidas de povos sequiosos de poder terreno. O Santo percorre todos os acontecimentos paralelos, desde os progenitores de Abel e Caim, por aí fora, através das eras bíblicas e pagãs, entre reinos e impérios, glórias e ignomínias, com a Bíblia numa mão, é certo, mas Varrão e Tito Lívio noutra, avançando, olhar atento e punho firme, ao longo de duas linhas que ora procedem paralelamente, ora se intersectam, ao longo dos séculos. Eis as

²³ 1.23.40 e segs.

palavras mais nobres e mais famosas desse complexo de ideias²⁴:

Dois amores fizeram as duas cidades: o amor de si até ao desprezo de Deus — a terrestre; o amor de Deus até ao desprezo de si — a celeste.

Aquela glorifica-se em si própria — esta no Senhor; aquela solícita dos homens a glória — a maior glória desta consiste em ter Deus como testemunha da sua consciência; [...]

aquela nos seus príncipes ou nas nações que subjuga, e dominada pela paixão de dominar — nesta servem mutuamente na caridade: os chefes dirigindo, os súbditos obedecendo; aquela ama a sua própria força nos seus potentados — esta diz ao seu Deus:

Amar-te-ei, Senhor, minha fortaleza;

por isso, naquela, os sábios vivem como ao homem apraz ao procurarem os bens do corpo, ou da alma, ou dos dois. [...]

— mas nesta só há uma sabedoria no homem: a piedade que presta ao verdadeiro Deus o culto que lhe é devido e que espera, como recompensa na sociedade dos santos.

Escreve-o o Santo, quando os Visigodos tomam de assalto as muralhas de Hipona e o velho Império se desfaz sob os golpes de povos que têm uma história de fresca data. Eram tempos em que mais facilmente se tinha aquela sensação de esgotamento e de fim a que Lucrecio tinha dado voz há quatro séculos, em pleno florescimento da civilização antiga. Como tal, faz-se mais forte a necessidade de mudança, de uma palingénese semelhante à sonhada pelo Virgílio da quarta égloga, em anos, se não em séculos, igualmente carregados.

²⁴ *De civitate Dei*, 14.28, trad. port. pp. 1319-1320.

Esse panorama em muito supera o plano da filosofia, para se tornar sentimento e estado de alma, invadindo os territórios do pensamento apocalíptico e utópico. Se — considerando apenas algumas etapas significativas — Gregório de Tours, na sua *Historia Francorum*, começa por percorrer todo o caminho do homem (sob a óptica ocidental, naturalmente), desde a criação de Adão e Eva até às vicissitudes dos Hebreus e depois dos Romanos, até chegar ao verdadeiro início da história do seu povo; se o teólogo Tomás de Aquino esboça²⁵ extraordinárias definições de tempo e de eternidade, num movimento que começa e que acaba sem nunca ser nem o mesmo, nem total; se o místico e vidente Joaquim Flora, no *Enchiridion super Apocalypsim*, inspirado em Ezequiel, desenha uma «árvore da história»²⁶ que reparte o *Antigo Testamento* numa roda dividida em cinco faixas, as quais compreendem uma história principal, que é longa (desde as origens do mundo até Esdras), e quatro quadros mais breves (Job, Tobias, Judite, Ester), encontrando o número quatro correspondente nos quatro Evangelhos, como se fossem «quase rodas no meio de outras rodas»; se no século XVII o problema da história absorve o Pascal de *Les pensées*, para se concluir, luminosamente, com as profecias, em cujas palavras, uma por uma, e em cujas ideias, tudo encontra significado, pois graças à sua aplicação pode-se explicar o que, de outro modo, continuaria a parecer mesquinho e sem sentido; é mesmo então que Bossuet fornece, no *Discours sur l'histoire universelle*, a mais completa, a mais elaborada e a mais eloquente explicação da história de Deus:

Recordai-vos, Monsenhor — escreve no último capítulo da obra —, que esta longa concatenação de causas específicas, que fazem e desfazem os impérios, depende das ordens secretas

²⁵ *Summa theologica*, Ia. Xa. 1.4.

²⁶ *Enchiridion*, 1.

da divina Providência. Deus detém, do mais elevado dos céus, as rédeas de todos os reinos. Tem todos os corações nas suas mãos, ora dominando as suas paixões, ora soltando as suas rédeas, o que confunde todo o género humano. Quer fazer conquistadores? Põe o terror a marchar à frente deles e inspira-lhes, a eles próprios e aos seus soldados, um ardor invencível. Quer fazer legisladores? Envia-lhes o seu espírito de sensatez e de previdência, fá-los sabedores dos males que ameaçam os Estados e manda-os construir as bases do bem público. [...] Deus aplica, por este meio, os seus temíveis juízos, de acordo com as regras da sua sempre infalível justiça. É ele quem prepara os efeitos, a partir das causas mais remotas. [...] Assim reina Deus sobre todos os povos. Deixemos de falar de acaso e de fortuna. [...] O que o parece ser sob a nossa óptica incerta, é um desenho que se encontra organizado através de uma visão mais alta, ou seja, através daquela visão eterna que encerra todas as causas e todos os efeitos numa mesma ordem. Desse modo, tudo concorre para o mesmo fim.

Quando, sucessivamente, nasce o historicismo de sinal oposto, a sensibilidade romântica encontra no destino do homem na história um extraordinário motivo sentimental, que transforma uma ciência em drama poético. Tal como acontecera, conforme já vimos, no poeta antigo do *De rerum natura*.

Comparem-se, a esse propósito, duas obras, o primeiro livro do *De varietate fortunæ* de Poggio Bracciolini e os capítulos 4 e 5 do quinto livro do *Génie du christianisme*, de Chateaubriand.

O humanista do século xv começa aquele seu tratado com um redondo elogio da história e dos seus méritos, enquanto única depositária da memória e mestre de vida:

A história deve ser considerada de grande utilidade para os mortais. [...] Graças a ela, as palavras e as acções dos

antigos não ficam sepultadas no esquecimento, sendo, em boa parte, transmitidas até aos nossos dias. Só ela pode ser definida guardiã diligente e memória segura do passado.

O escritor deteve-se muitas vezes em companhia de um amigo no fórum romano e

Perante a grandeza dos edifícios, perante a vastidão das ruínas da antiga cidade, perante a imensa destruição de um império tão grande, admirámos a deslumbrante e lamentável inconstância da fortuna.

Recordam Mário exilado, também ele sentado entre os vestígios de uma Cartago destruída, a meditar sobre a sua sorte e sobre a sorte da potente rival de Roma. Mas trata-se apenas de um passo. Logo a seguir, depois de as duas cidades terem sido comparadas e depois de ter sido afirmada a inultrapassável grandeza da segunda, começam a discorrer sobre arqueologia e a dissertar sobre os temas filosóficos do tratado.

Não são essas as opções de Chateaubriand, que, ao passar em revista vários tipos de sugestão estética, naquela sua «apologia do cristianismo», envolve as ruínas num halo que as eleva a categorias do sublime e do pitoresco, o qual vive de todo o passado que nelas se encerra e que, tal como elas, desabou, perdendo o colorido. Por sua vez, no *Itinéraire de Paris à Jérusalem*²⁷, ao contemplar Atenas, o inquieto René tinha falado da «impressionante mobilidade das coisas humanas» face ao imóvel cenário da natureza. Também ele, por duas ocasiões²⁸, coloca o seu Mário perante uma Cartago destruída, qual duplo emblema da sorte. De facto, nada melhor do que as ruínas pode encerrar dentro de si o suco da

²⁷ *Itinéraire de Paris à Jérusalem*, I.

²⁸ *Ib.*, VII, e *Essai sur les révolutions*, 2.5, nota.

história humana. Alojam-na e «contam-na». Falam, umas, as pagãs, de sangue, de injustiças e de violências, e outras, as cristãs, de uma história pacífica, «ou, no máximo, do misterioso sofrimento do Filho do homem».

Como se faz então a história, como é concebida, que significado encerra dentro de si? Com certeza que a historiografia antiga e humanista, conforme também o reconhece Chateaubriand, conta com uma maior grandeza de homens e de eventos, e repete²⁹,

Nela se vê crescer o homem e o seu pensamento, primeiro criança, depois possuído pelas paixões da juventude, forte e sensato na maturidade, frágil e arruinado na velhice. O Estado segue o homem, passando do governo monárquico ou paternalista ao republicano e caindo no despotismo com a idade da decrepitude. [...] Por essa razão, os povos modernos não oferecem ao historiador esse conjunto de lições que fazem da história antiga um todo completo e um quadro acabado.

Mas sem significado. Por isso, acrescenta Chateaubriand, refazendo-se a Bossuet³⁰:

Conhecerá melhor os homens quem tiver meditado demoradamente sobre os desígnios da Providência. [...] Os desígnios dos reis, o desprezo das cidades, as vias iníquas e tortuosas da política, os tumultos do coração causados pelo fio secreto das paixões, as inquietações que por vezes se apoderam dos povos, as passagens de poder do monarca para o súbdito, do nobre para o plebeu, do rico para o pobre. Todas essas forças continuarão a parecer-vos sem explicação, se não tiverdes seguido, por assim dizer, os conselhos do Altíssimo. [...] Ponhamos, pois, a eternidade no fundo da história dos tempos.

²⁹ *Génie du christianisme*, 3.3.2.

³⁰ *Ib.*, 3.3.1.

O tempo nos *Césares* de Suetónio

JOSÉ LUÍS LOPES BRANDÃO

Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra

jlbrandao@fl.uc.pt

Na sequência da análise que Carlo Carena faz de alguns autores gregos e latinos, não será despropositado incluir nesta colectânea uma reflexão sobre o tempo no registo de acontecimentos históricos numa altura em que já decorria um século sobre a morte de Augusto e sobre a conclusão de *Ab Vrbe condita*, de Tito Lívio. Uma leitura das *Vidas dos Césares*, de Suetónio, permite-nos diagnosticar as mudanças de perspectiva, devidas à consolidação do regime imperial, e as particularidades da biografia política em confronto com a historiografia.

Ao adaptar a biografia às vidas dos imperadores, Suetónio apresenta-se como um produto do seu tempo, na medida em que denota os novos rumos da história política. Porque os tempos são outros, os *Annales* — género tradi-

cionalmente consagrado ao registo dos feitos políticos de Roma —, baseados na rotação anual dos cônsules, já não se adequam ao período de governação. A eleição dos magistrados, essencial durante a República, perde significado perante a aclamação do *princeps*, que se mantém no poder por um tempo que só o *fatum* pode determinar. Além disso, há que contar com a tendência para a sucessão dinástica. O senador Tácito escreve *Annales*; a biografia reserva-a para Agrícola, pertencente à oposição senatorial. Suetónio, cavaleiro e funcionário imperial, faz corresponder a história recente de Roma a unidades de tempo constituídas pela vida de cada imperador e, numa escala maior, pelas dinastias. Por isso, o biógrafo situa com precisão o nascimento e a morte do príncipe (rubricas habituais da biografia), mas mostra-se vago, ou mesmo desrespeitador da cronologia, na narração dos acontecimentos e realizações de cada principado.

O próprio Tácito admite que, devido às mudanças políticas, a historiografia se vê obrigada a enveredar por novos rumos. Queixa-se de que, por ignorância ou por alheamento dos cidadãos em relação às decisões políticas, por adulação ou por ódio aos chefes, não se fazem registos para a posteridade (*Hist.* 1.1). Além disso, num império pacificado, unificado e não expansionista, a falta de matéria nobre da antiga historiografia (guerras, destruição de cidades, destituição de reis, lutas sociais) leva os historiadores a tratar assuntos não gloriosos (*Ann.* 4.32.33), que eram objecto da biografia, então um género menor.

Plutarco escreveu *Vidas* de oito imperadores, de Augusto a Vitélio, de que só restam as de Galba e Otão; Tácito começa pela ascensão de Tibério. Ao começar por Júlio César, Suetónio põe a tónica na mudança de regime e na sua verdadeira natureza. O conquistador da Gália aceita

honras desmesuradas: consulados contínuos, a ditadura para toda a vida, a prefeitura dos costumes, o *praenomen* de *Imperator*, culto divino (*Jul.* 76.1) — uma concentração excessiva de poderes, inaceitável para a mentalidade romana, que conduzirá aos Idos de Março, mas que corresponde, no essencial, às prerrogativas dos futuros césares. Octávio adoptará habilmente o título de *princeps*, politicamente mais correcto, mas Suetónio evita tal designação, para se centrar no facto de a República não ter sido restaurada (*Aug.* 28.1). O biógrafo, no entanto, não censura Augusto por conservar para si o poder e aceita o novo regime como algo de incontornável, uma nova ordem (*novus status*) para governo do mundo (*Aug.* 28.2).

A tarefa do biógrafo é verificar o modo como cada César se adequa ao modelo ideal e cumpre a sua tarefa. E tal abordagem é possível mediante a avaliação das qualidades do carácter. Por isso, enquanto o historiador Tácito opera uma oposição moralista entre a virtude do passado e a decadência do presente, o biógrafo estabelece o confronto entre boas e más acções do imperador — agrupadas sob a designação de vícios e virtudes —, ou entre imperadores bons e maus.

Como consequência do interesse pelas qualidades do carácter, a cronologia tem, para o biógrafo, um papel secundário. Suetónio serve-se dela sobretudo antes da ascensão ao Império e no relato da morte. Usa-a também como método útil para fazer resumos de acções ou acontecimentos que não considera de particular relevância para a caracterização do biografado. Na introdução às *Vidas*¹ encontraríamos talvez as linhas gerais do plano de trabalho,

¹ Perdeu-se a dedicatória a Septício Claro (de que nos dá notícia João Lido, *de Mag.* 2.6), bem como os primeiros capítulos da *Vida* de César.

mas no texto sobrevivente há referências à organização que Suetónio pretende dar ao material recolhido das fontes. Na *Vida* de Augusto é explicitada a distinção entre relato cronológico e análise por rubricas:

Proposita uitae eius uelut summa, partes singillatim neque per tempora sed per species exsequar, quo distinctius demonstrari cognoscique possint (Aug. 9.1).

«Apresentado que foi uma espécie de resumo da sua vida, vou agora prosseguir com os vários aspectos, um por um, não pela ordem cronológica, mas através de rubricas, para que se possa tornar mais evidente quer a exposição, quer a compreensão.»

Sugere-se que, para a descrição do carácter do biografado, o método por rubricas (*species*) é preferível à narrativa cronológica (*per tempora*), pois permite concentrar maior quantidade de informação sobre a pessoa do imperador.

Assim, pode o biógrafo fazer o tratamento individualizado das qualidades de um imperador, como é o caso dos vícios de Tibério (*Tib.* 42.1). A referência aos *uitia* deste imperador é pretexto para introduzir uma série de *species* que irão ser analisadas individualmente (*singillatim*). Quando as *species* se multiplicam, este tipo de exposição pode tornar-se demasiado longo. Nesse caso, é preciso seleccionar as que melhor sirvam de *exempla* para determinado aspecto: *Singillatim crudeliter facta eius exsequi longum est; genera, uelut exemplaria saeuitiae, enumerare sat erit* (*Tib.* 61.2) («Analisar, um por um, os seus actos de crueldade tornar-se-ia longo; será suficiente enumerar, a título de exemplo, os tipos de violências»).

Este método, explicitado na *Vida* de Augusto, já era claro na vida de César. Depois da «súmula ordenada» dos

feitos (*Jul.* 34.1), feita através de uma narrativa veloz, adopta-se outra forma de exposição (*Jul.* 44.4):

Talia agentem atque meditantem mors praeuenit. De qua prius quam dicam, ea quae ad formam et habitum et cultum et mores, nec minus quae ad ciuilia et bellica eius studia pertineant, non alienum erit summatim exponere.

«Realizava e projectava ele tais acções quando a morte o surpreendeu. Antes de falar desta, não será inoportuno expor aqui, em traços gerais, o que à sua figura e ao vestuário e à apresentação e aos costumes e, não menos, o que às suas ocupações civis e militares disser respeito.»

A partir daqui, o relato apresenta-se sistematizado por rubricas: predomina a descrição. É resumidamente que Suetónio apresenta os grandes acontecimentos, que são o objecto tradicional da história, com a qual o biógrafo não pretende competir. Por conseguinte, a guerra da Gália, apesar da sua importância na vida de César, vem condensada em um parágrafo (*Jul.* 25.1), ao passo que Plutarco, adoptando um método diferente, se alonga (*Caes.*, 18-27). Mas é *singillatim* que se analisam as virtudes militares (*Jul.* 57-67), para explicar a devoção dos soldados (*Jul.* 68) e a autoridade inquestionável do general (*Jul.* 69-70).

Como a cronologia é posta em segundo lugar ou sacrificada, os acontecimentos podem sair da sua ordem temporal para se distribuírem pelas várias rubricas. Mesmo os grandes feitos históricos se tornam, muitas vezes, dependentes das *species* e são arrancados do seu contexto, para funcionarem apenas como *exempla*. Enquanto Tácito (*Ann.* 16.21ss) apresenta um relato minucioso das causas e circunstâncias da morte de Trásea Peto, Suetónio menciona-a apenas entre as execuções sob pretextos fúteis, retirando-a do contexto da oposição estóica (*Nero* 37.1).

Para o biógrafo, o que está em causa não é explorar a conjuntura histórico-política — do máximo interesse para um historiador —, mas fazer uma abordagem ética: neste caso, demonstrar até onde ia a crueldade de Nero.

A subordinação da cronologia à dimensão moral leva Suetónio a colocar a morte de Agripina antes da formação do trio amoroso que se gerou entre Nero, Popeia Sabina e Otão (*Otho* 3), para assim tornar o último cúmplice do matricídio. Segundo Tácito (*Ann.* 14.1-2), a ligação de Nero com Popeia é anterior à morte de Agripina, que terá acontecido quando Otão já estava na Lusitânia. Ao estabelecer a ligação de Otão aos crimes de Nero, Suetónio acentua, por contraste, a espantosa mudança, pela qual este efémero imperador do ano 69 d. C. obteve, no final da vida, uma espécie de redenção moral e política (*Otho* 12.2).

Por vezes, dentro das *species* existe uma cronologia relativa, o que implica, em termos narrativos, uma série de analepses para tratar os tópicos *ab initio*. Mas, como o *ethos* prevalece sobre o tempo, Suetónio segue de preferência a *gradatio* dos *exempla*, dos menos para os mais significativos, segundo o âmbito da rubrica em questão. Muitas vezes, sugere-se mesmo que uma progressão cronológica equivale à evolução do biografado no sentido dos vícios mais graves (no caso dos maus imperadores), ou em direcção às virtudes (no caso dos bons imperadores). O casamento farsesco com Doríforo (*Nero* 29), em que Nero fez de mulher — facto que Tácito (*Ann.* 15.37.4) coloca imediatamente antes do incêndio de 64 —, terá acontecido antes do casamento com o eunuco Esporo, ocorrido por altura da vigem à Grécia, em 66 (*Nero* 28.2). No entanto, Suetónio, de acordo com a mentalidade romana, coloca no cúmulo da degradação o acto passivo do imperador, que chega a imitar os gemidos das virgens ao

serem forçadas. Do mesmo modo, no cúmulo das crueldades de Nero aparece o incêndio de 64 d.C., apesar de este principado ainda durar mais quatro anos (*Nero*, 38). Assim se cria uma cronologia fictícia, de acordo com os objectivos caracterológicos do biógrafo.

Na governação de Calígula (*Cal.* 22.1) e na de Nero (*Nero* 19.3) sugere-se uma mudança radical. Contudo, a divisão da *Vida* de Calígula entre acções do *princeps* e acções do *monstrum* é mais o resultado da técnica biográfica do que um dado histórico ou de uma evolução cronológica. Apesar de os historiadores concordarem que houve uma mudança no governo de Calígula, na primeira parte da biografia narram-se também acontecimentos que pertencem já a uma fase avançada do governo: a construção da ponte de Baias (*Cal.* 19) data do ano 39, ao passo que a morte da sua avó Antónia, narrada na segunda parte (*Cal.* 23.2), ocorre mais de quatro meses antes da doença do imperador (normalmente situada em finais de 37), acontecimento que muitos vêem como o ponto de viragem deste principado.

Quanto a Nero, acontece que por vezes os mesmos factos são fraccionados para ilustrar a parte boa e a parte má, conforme são vistos numa ou noutra perspectiva. Nero mostra-se modelo de piedade filial no elogio fúnebre de Cláudio (*Nero* 9), mas à frente aparece como cúmplice da morte do antecessor (*Nero* 33.1); demonstra *pietas* pelo facto de passear de liteira com a mãe em público (*Nero* 9), mas verificamos, mais tarde, que as manchas na roupa denunciam práticas incestuosas com Agripina durante os referidos passeios (*Nero* 28.2); a espectacular recepção em Roma e a coroação de Tiridates da Arménia (*Nero* 13) revela-se, afinal, uma extravagância ruinosa (*Nero* 30.2).

Ao apresentar a gradação da avareza de Tibério, Suetónio introduz a tendência para a rapina (*Tib.* 49.1).

Mas a ordem dos exemplos aduzidos não corresponde à evolução cronológica sugerida. Depois de dizer que Tibério forçou ao suicídio o abastado Gneu Lântulo, que fez condenar Lépida para agradar a Quirínio, homem rico e sem herdeiros, que explorou particulares e cidades nas províncias, Suetónio apresenta, no cúmulo da gradação, a espoliação e morte de Vonones, rei dos Partos, refugiado, com grandes riquezas, em Antioquia (*Tib.* 49.2.), facto que, na realidade, é anterior aos outros. Segundo Tácito (*Ann.* 2.68), Vonones foi assassinado em 19 d.C., Gneu Lântulo foi morto em 25 d. C. (*Ann.* 4.44.1) e Lépida, descendente de Sula e Pompeio, foi condenada em 20 d. C. (*Ann.* 3.23.1). O biógrafo coloca a morte de Vonones no cúmulo da gradação devido ao escândalo: era um rei, estava como que sob a protecção dos Romanos (*quasi in fidem p. R.*) e foi objecto de *perfidia*.

De modo semelhante, ao sugerir uma evolução cronológica na governação de Domiciano, o biógrafo leva o leitor a pensar que as medidas positivas apresentadas acontecem na primeira fase do governo, mas tal não corresponde à verdade histórica. Com efeito, Suetónio situa nesta fase a punição da vestal Cornélia e dos seus cúmplices (*Dom.* 8.4), acontecimento que na realidade teve lugar num momento adiantado deste principado.

Ao optar por uma ordenação de acordo com a gravidade moral, o biógrafo estabelece uma espécie de progressão em vista de um desenlace: o *telos* para onde o encadeamento das rubricas parece apontar. Nos bons imperadores, as virtudes, ao aparecerem em último lugar, deixam prevalecer uma imagem positiva; nos imperadores maus, tende a ocorrer o movimento inverso: os piores vícios, exemplificados com acções e ditos que provocam horror, são deixados para o fim, de forma a provocarem uma imagem de repulsa. Assim, a estrutura das *Vidas* apresenta-se cons-

truída em *gradatio* ou clímax que culmina no momento da plenitude do biografado, isto é, a morte, lugar da revelação derradeira do *ethos*.

A abordagem ética dos acontecimentos acarreta por vezes o tratamento em conjunto de acontecimentos que sucederam em momentos diversos. Suetónio situa, por exemplo, o sonho de César, em que violava a própria mãe (*Jul.*7.2), na mesma altura em que chora, junto à estátua de Alexandre em Gades (*Jul.*7.1), pelo facto não ter feito nada de grandioso tendo a idade em que o macedónio já dominava o mundo — anedotas que em Plutarco (*Caes.* 11.5 e 32.9) figuram em momentos diferentes e sem ligação entre si. Em virtude do tratamento *per species*, relatam-se de uma só vez os destinos das duas Júlias, a filha e a neta de Augusto, e ainda o de Agripa Póstumo. Tal contribui para acentuar a imagem de um pai infeliz, vítima da má Fortuna, que lhe frustrou a alegria e a esperança na descendência e na disciplina da sua casa (*Aug.* 65), pois que, além de lhe arrebatara Gaio e Lúcio, o marcava com um flagelo mais terrível que a morte: a infâmia na própria família.

Outras vezes, pelo contrário, separa-se informação que devia aparecer junta, para a apresentar no momento em que terá maior efeito na caracterização da personagem. Por exemplo, a perseguição de Nero aos cristãos, que Suetónio aprova, é colocada na primeira parte da *Vida* (*Nero* 16.2), sem qualquer conexão com o incêndio de 64, cuja responsabilidade é unicamente imputada ao imperador (*Nero* 38), ao passo que em Tácito (*Ann.* 15.44.3-8) os cristãos são cruelmente castigados como culpados do desastre. A narrativa da revolta do exército da Germânia é repartida entre a *Vida* de Galba (*Gal.* 16.2) e a de Vitélio (*Vit.* 8.1), pelo que se apresenta em cada *Vida* o que diz exclusivamente respeito ao biografado: no primeiro caso, a rejeição do imperador eleito na Hispânia; no segundo, a

aclamação burlesca do imperador favorito deste exército. Separa-se a informação do favorecimento de Méteo Pompusiano, dotado de um horóscopo que lhe prognosticava o império, para que ele se lembrasse da mercê (*Ves.* 15), da que se refere à sua execução por ordem de Domiciano (*Dom.* 10.3), notícias que já deviam circular em conjunto, tal como as apresenta Díon Cássio (67.12.2-4): a primeira parte é usada para encarecer a *clementia* de Vespasiano e a segunda para acentuar a *saevitia* de Domiciano.

Apesar de o tempo não ser determinante na organização interna das *Vidas*, o biógrafo preocupa-se em apresentar com rigor a data do nascimento e da morte, bem como o período de duração da vida dos imperadores. Mas o tempo passa a ter uma dimensão religiosa quando é ritmado por presságios. Através destes, o passado cumpre-se no presente e o presente permite a previsão do futuro. Daí a importância atribuída à arte divinatória. Os próprios príncipes são considerados bons ou maus segundo o crédito que dão aos presságios. Tais fenómenos são associados aos momentos fulcrais da vida, em que a cronologia tem de facto importância para o biógrafo: sobretudo o nascimento, a chegada ao trono imperial e a morte, mas também o momento da assunção da toga viril, do primeiro consulado ou outros marcos relevantes das *Vidas*. Neste sentido, tempo e destino aparecem como correlativos. Na procura de indícios, valorizam-se determinadas coincidências de calendário: é considerado como presságio do futuro o facto de Galba ter exercido o consulado entre o do pai de Nero e o do pai de Otão, tal como ele mesmo sucedeu depois a Nero no poder e foi substituído por Otão (*Gal.* 6.1). Dizer que Cláudio nasceu em Lugduno no mesmo dia em que, pela primeira vez, foi dedicada a Augusto uma ara

naquela cidade (*Cl.* 2.1) é um processo de datação, por referência a um acontecimento histórico, que engrandece Cláudio. Também o nascimento de Tito é situado três dias antes das calendas do *insignis annus* da morte de Calígula (*Tit.*1)²: assim Suetónio encarece a substituição do *monstrum* por um homem considerado «amor e delícias do género humano». Além disso, Tito toma Jerusalém no dia do aniversário da filha (*Tit.* 5.2). Mais significativas se tornam as coincidências na *Vida* de Nero: recebe a notícia da revolta da Gália no mesmo dia em que, anos atrás, mandara assassinar a mãe (*Nero* 40.4); e morre no mesmo dia em que outrora Octávia (a esposa) fora morta por sua ordem (*Nero* 57.1).

Os imperadores são entidades situadas no tempo e integram-se numa sucessão previamente determinada, por vezes há séculos. As listas de prodígios relacionam-se com duas situações opostas: a ascensão ao governo do império e a perda do poder. Imperadores como Augusto, Galba ou Vespasiano, segundo os presságios apresentados, estão há muito tempo fadados para a sua missão (*Aug.* 93.1 e segs; *Gal.* 9.2; *Ves.* 4.5.). Estes representam o início de três ciclos diferentes na história de Roma Imperial. A chegada de tais imperadores aparece como a realização daqueles presságios, indicando que o tempo se cumpriu. A repetição de fenómenos reforça a ideia de predeterminação de um acontecimento. Os presságios preanunciam o facto, e o facto confirma os presságios, numa espécie de círculo vicioso. Depois de se realizarem, presságios e facto são interpretados em conjunto.

² Mas a cronologia é forçada, e contraditória em relação ao que Suetónio diz mais à frente. Na verdade, Calígula foi morto a 24 de Janeiro de 41 d. C. e Tito nascera a 30 de Dezembro, mas de 39 (como sugere a informação de *Tit.* 11).

A concepção e nascimento do fundador do principado são acompanhados de diversos sinais do futuro poder, numa perspectiva messiânica. Um prodígio ocorrido em Roma pressagiava o advento de um rei para o povo romano (*Aug.* 94.4); o momento da concepção é, tal como o de Alexandre Magno (Plutarco, *Alex.* 2.6-3.2), marcado pela intervenção divina de Apolo, através da união de Ácia com uma serpente (*Aug.* 94.4); a hora do parto, segundo o pitagórico P. Nigídio, especialista em astrologia, pressagia um *dominus terrarum*, facto confirmado pelos sacerdotes trácios, que, ao derramarem vinho sobre os altares, num bosque consagrado a Baco (*Liber Pater*), obtiveram chamas tão altas como só acontecera com o macedónio (*Aug.* 94.5.). Esta predestinação é confirmada por muitos outros prodígios: na infância (*Aug.* 94.6-9), na altura em que enverga a toga viril (94.10), no regresso de Apolónia, para reclamar a herança de César, e no primeiro consulado (*Aug.* 95) — momentos fulcrais da vida que pressupunham a consulta dos auspícios.

Também associados a Vespasiano, fundador da dinastia flávia, surgem variados prodígios ligados ao nascimento (*Ves.* 5); ao tempo em que era edil (*Ves.* 5.3); à altura da viagem à Acaia, no séquito de Nero (*Ves.* 5.5); à sua missão na Judeia (*Ves.* 5.6); aos últimos dias de Nero; ao segundo consulado de Galba; à batalha de Betríaco, entre os partidários de Otão e de Vitélio (*Ves.* 5.7). São incluídos prodígios que aconteceram às refeições, significativos pela importância dos banquetes sacrificiais (*Ves.* 5.4). Estão presentes os símbolos do carvalho e da águia e vários presságios orientais. A luta pelo poder é acompanhada de novos prodígios, desta vez em Alexandria (*Ves.* 7.1), e de actividade taumatúrgica — cura de um coxo e de um cego (*Ves.* 7. 2-3) — que insere o advento de Vespasiano numa perspectiva messiânica.

Os presságios do império são também numerosos na *Vida* de Galba e fazem dele um predestinado desde criança: o poder é-lhe anunciado pelo próprio fundador do principado (*Gal.* 4.1). Mas os sinais tornam-se mais precisos: indicam que só chegará ao trono numa idade avançada, constatação que leva Tibério a não o considerar como um possível rival (*Gal.* 4.1. Cf. Díon Cássio, 57.19.4). Um dia em que o avô de Galba fazia um sacrifício, o facto de uma águia (símbolo de Júpiter) lhe ter arrebatado das mãos as entranhas da vítima e as ter levado para um carvalho (árvore sagrada a Júpiter) carregado de glandes foi interpretado como sinal de que o poder soberano seria dado à sua família, mas numa época tardia. O gracejo do avô, incrédulo perante tal vaticínio — ‘sane’ inquit ‘cum mula peperit’ (‘pela certa — disse ele — quando uma mula tiver parido’) —, transforma-se em novo presságio, confirmado pelo parto de uma mula, na altura da preparação da revolta contra Nero (*Gal.* 4.2. Cf. Díon Cássio, 54.1.3). Nesta perspectiva, a chegada de Galba ao poder equipara-se à realização de um *adynaton*, tarefa que só os deuses podem levar a cabo.

Augusto, Galba e Vesapasio apresentam-se como fundadores de dinastias, embora o segundo tenha falhado. Mas também Tibério (*Tib.* 14), Cláudio (*Cl.* 7), Otão (*Otho* 4.1) e Tito (*Tit.* 5.1-2) são favorecidos por presságios que lhes asseguram o império.

Outra série de presságios anuncia a morte dos imperadores e tal elenco está presente em todos sem excepção. Mas onde a contagem decrescente do tempo, marcada por presságios, se torna mais dramática é nos relatos das mortes violentas. Os Idos de Março tornam-se uma data simbólica, notabilizada pela morte de César, em 44 a. C. A aproximação daquele dia é sugerida com notações temporais cada vez mais precisas, à medida que o momento se apro-

xima. Incluem-se fenómenos passados poucos meses antes (*Jul.* 81.1), nos dias anteriores aos Idos (81.2), na véspera (*Jul.* 81.3) e no próprio dia. As circunstâncias que poderiam alterar os decurso dos acontecimentos (César está tentado a ficar em casa; no caminho, alguém lhe entrega um bilhete a revelar a conjura; antes de entrar na sala da reunião do senado, o sacrifício tem resultados desfavoráveis) são ultrapassadas pela necessidade de o destino se cumprir. Irónico é o facto de César troçar de Espurina, que o havia preavido contra o fatídico dia. Perante a acusação de impostura, «pois os idos de Março aí estavam sem nenhum perigo para ele», o adivinho respondeu «que tinham realmente chegado, mas não tinham passado» (*Jul.* 81.4).

A lista dos prodígios anunciadores da morte de Calígula inclui fenómenos semelhantes aos da de César, em que estão presentes quer Júpiter, quer o simbolismo dos Idos de Março e do nome Cássio (um dos principais cesaricidas). A lista começa com prodígios anteriores, sem indicação de tempo, mas vagamente situáveis no ano 40 d. C. (Calígula foi morto a 24 de Janeiro de 41), para depois se centrar na véspera e no próprio dia do assassínio (*Cal.* 57).

Logo que Galba atinge o poder, os prodígios começam imediatamente a anunciar o seu fim (*Gal.* 18.1ss), como sugerem as notações temporais que os introduzem. Prodígios funestos acontecem durante a viagem para Roma, à sua entrada na cidade e vão-se acumulando até ao último dia.

A morte de Domiciano torna-se dramática precisamente porque o imperador, ao conhecer a data e a hora da morte, por informação dos astrólogos (*Chaldaei*) e do próprio pai, Vespasiano (*Dom.* 14.1), vive os últimos momentos na ansiedade e no terror (*Dom.* 14.2.). Por isso, a contagem do tempo é fulcral no relato desta morte, anunciada por uma série de presságios, ocorridos durante oito

meses e no primeiro de Janeiro do último ano (*Dom.* 15.2). São integrados no relato fundamentos de astrologia, colocados na boca do imperador, na véspera da morte: *ad proximos affirmavit 'fore ut sequenti die luna se in aquario cruentaret factumque aliquod existeret, de quo loquerentur homines per terrarum orbem'* (*Dom.* 16.1). («Asseverou aos que estavam próximos que 'aconteceria no dia seguinte que a Lua se cobriria de sangue no signo de Aquário e ocorreria algo de que todos os homens fariam por todo o mundo.») Como o imperador temia a hora quinta, os conjurados têm de recorrer ao dolo: quando Domiciano pergunta as horas, dizem-lhe que é a sexta. O imperador, que julga passado o momento crítico, afasta os presentes e recebe sozinho o assassino (*Dom.* 16.2). A contagem do tempo, cruzada com os vários sinais que se sucedem, expressa a finitude humana e a trágica incapacidade de lutar contra o destino.

Além de atribuir significado ao tempo de vida de cada imperador, o biógrafo considera significativo o tempo das dinastias. Suetónio, que crê numa intervenção divina na história, sugere claramente que a família júlio-cláudia prosperou e caiu por vontade dos deuses, expressa em *signa eidentissima* (*Gal.* 1.1). Recuando ao momento da fusão dos Júlios com os Cláudios (através do casamento de Augusto e Lívia), Suetónio introduz a história da afortunada galinha branca, que uma águia — ave associada amiúde ao poder supremo — deixou cair no regaço de Lívia. A galinha tornou-se a matriarca de uma longa prole, e o ramo de louro, que a ave trazia no bico, floresceu até se tornar a fonte dos louros para o triunfo dos césares (episódio também relatado em Plínio, *Nat.* 15.136-137). Diz o biógrafo, não sem exagero (como se deduz do confronto com Plínio, *Nat.* 15.137), que, por altura da morte de cada imperador, murchavam as pernas que ele tinha plantado

e no ano da morte de Nero todo o bosque secou e todas as galinhas morreram. Outros prodígios de significado evidente são aduzidos: o templo dos céсарes foi atingido por um raio, caíram as cabeças de todas as estátuas e o cetro foi arrebatado das mãos de Augusto.

Em continuidade com o início da *Vida* de Galba, Suetônio no começo da de Vespasiano, faz o ponto da situação: à prolongada incerteza, causada pelos sucessivos golpes de estado de três príncipes (Galba, Otão Vitélio), sucede-se, finalmente, a estabilidade (*firmitas*) oferecida pela família flávia (Ves. 1.1). O início da *Vida* de Vespasiano sugere (pela oposição de *dū*, «longo tempo», e *tandem*, «finalmente») o tempo psicológico de dezoito longos meses de guerra civil, entre a morte de Nero (em Junho de 68) e a de Vitélio (Dezembro de 69). Onde Galba falhou, Vespasiano foi eficaz. Às pretensões de nobreza dos três imperadores anteriores o biógrafo opõe o contributo efectivo desta nova família, que, apesar da origem humilde, recebe o reconhecimento do estado. Mas o biógrafo antecipa, desde logo, o desenlace final: o castigo que Domiciano merecerá pelas suas *cupiditas* e *saenitia*. Este conjunto de *Vidas* é, assim, determinado por uma contingência no tempo, depois confirmada por presságios, acompanhada, num plano paralelo, de degeneração moral.

A *Vida* de Vespasiano termina com o papel do *fatum* na consolidação da dinastia (Ves. 25). A crença nas predições astrológicas faz com que Vespasiano se considere a salvo das constantes conspirações, ao ponto de ter a ousadia de afirmar no senado que *aut filios sibi successuros aut neminem* («ou os filhos lhe sucederiam ou ninguém»). Neste contexto, se introduz um sonho do imperador, em que este via no seu átrio uma balança: num dos pratos, Cláudio e Nero, e no outro, ele próprio e os filhos. Tal sonho revela-se verdadeiro, uma vez que uns e outros gover-

naram por igual tempo (*Ves.* 25). Mas, ao delimitar o tempo de governo dos Flávios, o sonho traz também implícita a data do fim da dinastia, e é o próprio fundador, Vespasiano, que, indirectamente, o anuncia. A conjugação do *fatum* e do tempo contribui para a tensão que se adensa no final deste ciclo de *Vidas*. Além disso, constatamos que, no final da *Vida* de Domiciano, como o loureiro que secura pelo ocaso de Nero (*Gal.* 1), também a árvore que se reerguera quando Vespasiano era um cidadão privado (um cipreste: *Ves.* 5.4) se abateu subitamente (*Dom.* 15.2); e, como o templo dos Césares Júlio-Cláudios (*Gal.* 1), também o templo dos Flávios é atingido por um raio (*Dom.* 15.2). Mas Nero e Domiciano não representam apenas a queda de duas dinastias: são também o último grau da degradação moral destas famílias.

Portanto, se, por um lado, a cronologia interna das *Vidas* é preterida em favor de uma análise do carácter, por outro, há uma preocupação com o enquadramento dos imperadores na história sagrada de Roma. O tempo de governação de cada um corresponde, no novo regime, à unidade anteriormente constituída pelo ano republicano. Como o ano romano, a *Vida* do imperador é pautada por presságios que assinalam os principais momentos. Já os historiadores romanos, na linha dos registos dos pontífices, incluíam nos seus *annales* listas de sinais prodigiosos. No entanto, em Suetónio, mais do que o favor ou desfavor dos deuses para com determinadas empresas em particular, os prodígios servem para indicar o curso inevitável da história: o advento ou a queda de um príncipe, mas também o tempo da dinastia, igualmente assinalado por indicações de carácter divinatório. O futuro é predeterminado e previsível de acordo com determinados sinais. Mas, se a ascensão ao trono é, como diz Tito (*Tit.* 9.1), um dom do *fatum*, a queda parece ser também, em grande parte, conse-

quência da má actuação dos príncipes, como sugerem as *Vidas* de Calígula, Nero, Galba, Vitélio e Domiciano. Neste sentido, a conduta moral caminha num plano paralelo ao dos presságios. Tal perspectiva moralizante possibilita um fim optimista para as *Vidas dos Césares* (Dom.23.2):

Ipsum etiam Domitianum ferunt somniasse gibbam sibi pone ceruicem auream enatam, pro certoque habuisse beatiorem post se laetioemque portendi rei publicae statum, sicut sane breui euenit abstinentia et moderatione insequentium principum.

«Contam que o próprio Domiciano sonhou que uma giba de ouro lhe nascera por detrás da nuca, e teve como certo que prognosticava, para depois dele, um estado mais feliz e mais próspero, tal como efectivamente aconteceu em breve, graças ao carácter desinteressado e moderado dos príncipes que se lhe seguiram.»

O anunciado período de felicidade é operado e confirmado através da superioridade moral dos *principes* seguintes, cuja actuação se pauta pela *moderatio*, no que respeita à aceitação de honras e ao uso da repressão, e *abstinentia*, sobretudo no tocante aos bens dos súbditos. Nem podia ser de outro modo: aqueles (Trajano e Adriano) são os imperadores à sombra dos quais Suetónio faz carreira... até cair em desgraça³, por volta de 122 d. C.

³ Cf. *Historia Augusta, Hadr.* 11.3.

O tempo nas ciências exactas

LÉLIO QUARESMA LOBO
*Departamento de Engenharia Química,
Universidade de Coimbra*

Há dois meses os organizadores deste colóquio — concretamente a Doutora Rita Marnoto — insistiram de tal forma na minha presença aqui, como comentador de uma intervenção, que acabei por anuir. Pediram-me um comentário de 5 ou 10 minutos. Pensei que, qualquer que fosse o tom da intervenção do palestrante, eu sempre poderia especular sobre o Universo: o que hoje nos chega por observação do firmamento, como ruína do efectivo Universo actual, que (ainda) não conseguimos detectar.

Sentaram-me aqui, entre nomes notáveis da cultura, com a obrigação de dar do tempo um ponto de vista do lado da ciência. Seria uma tarefa ciclópica, incomensurável com os meus conhecimentos e com o limitado tempo de que disponho, apesar da minha já provecta experiência de vida científica. Para não vos desiludir direi, à partida, que me sinto

aqui, neste lugar, por um erro de *casting*. Aliás, um duplo erro. primeiro, pelo que já disse. segundo, porque a ciência a que me tenho dedicado há mais de trinta anos — a termodinâmica — tem uma particularidade que não recomendaria a minha presença neste painel: é que o tempo é uma variável completamente irrelevante em termodinâmica clássica. quero dizer: não intervém nunca no seu formalismo.

Talvez por isto Einstein tenha afirmado (em 1949) que «a termodinâmica é a única teoria física de conteúdo universal a respeito da qual estou convencido de que [...] nunca será ultrapassada». Esta afirmação é particularmente significativa se pensarmos que a Einstein se deve a identificação quantitativa do tempo com a 4^a dimensão, consubstanciada no quadri-vector espaço-tempo da teoria da relatividade. teríamos aqui vasto campo de intervenção para teóricos. E eu sou um experimentalista e engenheiro, mais familiarizado com o tempo material, que se mede nos laboratórios e nas fábricas, do que com o tempo transcendental, especulativo, de que Carlo Carena nos falou.

Correndo o risco de me afastar demasiadamente da excelente intervenção que acabamos de ouvir, centrarei o meu brevíssimo comentário em duas facetas mais *materiais* dessa grandeza inexorável a que chamamos tempo.

Do ponto de vista das ciências experimentais, o problema do tempo, como variável acessível aos nossos sentidos, revela-se em dois aspectos concretos: o problema da escala de medida e o problema da precisão das medições, deixando de lado o aspecto filosófico que devém da interrogação humana sobre a natureza do tempo. Começando pelo problema da escala, dir-se-ia que deste ponto de vista o tempo não difere de qualquer outra grandeza: a escala deve estar — tem que estar — adaptada aos fenómenos que se querem observar: desde o tempo astronómico (em

milhares de milhões de anos) ao tempo associado à Física das partículas subatómicas (que é da ordem dos fentosegundos, ou inferior), passando pelo tempo geológico (milhões ou centenas de milhão de anos) e, naturalmente, pela escala temporal comum nos nossos laboratórios e observações na física, na química, na biologia e outras ciências exactas fundamentais: as mais prosaicas horas, minutos, segundos e seus múltiplos ou fracções mais imediatas. Já nisto podem detectar-se diferenças importantes relativamente aos tempos medidos com referência à escala da vida que, em regra, é a que interessa em ciências humanas. Há, portanto, uma escala de tempo apropriada à investigação de cada fenómeno particular. Definida essa escala adequada à investigação sistemática de cada fenómeno, põe-se o problema da precisão das observações e, conseqüentemente, o da instrumentação a utilizar. Neste domínio, o desenvolvimento da Electrónica veio viabilizar observações muito mais precisas que as anteriores e, mais que isso, a descoberta de novos fenómenos até então insuspeitados, dando origem a novos ramos da ciência, a novas tecnologias e, também, a novos produtos e comodidades. o desejo humano de conhecer os detalhes do tempo conduziu, assim, à compreensão de detalhes do Mundo. Ou vice-versa.

É talvez neste ponto que convirá (poderá) ser estabelecida uma ponte, um contacto, entre o tempo concreto e o tempo filosófico como produtos da Razão do Homem, desenhados e desenvolvidos por ele próprio, para sua satisfação intelectual e material. Porém, a mim, falta-me o engenho para architectar a síntese, talvez virtual, mas necessária, entre ambos: entre o *tempo dell'uomo* e o *tempo di Dio*.

Os autores

SIR MARTIN REES — Professor-investigador da Royal Society. Pioneiro das pesquisas acerca dos processos físicos que conduzem à formação dos buracos negros, a ele se devem avanços fundamentais na compreensão das radiações cósmicas, dos quasars, das explosões de raios gama e da formação das galáxias. Foi professor de Astronomia e Filosofia Experimental na Universidade de Cambridge, director do Instituto de Astronomia de Cambridge, presidente da Royal Astronomic Society e presidente do Conselho Consultivo da Agência Espacial Europeia. Reconhecido pelo seu estímulo à internacionalização da ciência, continua a desenvolver intensa actividade nos domínios da física e da cosmologia.

JOÃO FERNANDES — Professor da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra e astrónomo no Observatório Astronómico da mesma universidade. Doutorou-se em Astronomia na Universidade de Paris. Os seus interesses científicos centram-se no estudo da evolução das estrelas do tipo do Sol, assunto a que

dedicou vários artigos. Tem igualmente desenvolvido trabalho no domínio da divulgação científica em geral e da astronomia em particular.

PETER ATKINS — Professor de Química na Universidade de Oxford e membro do Lincoln College. Desenvolve investigação sobre química teórica, em particular nos domínios da ressonância magnética e das propriedades electromagnéticas das moléculas, revelando sempre profundos interesses de natureza filosófica. Os seus escritos recobrem âmbitos que vão desde o livro de divulgação à obra de especialização científica ou ao manual escolar. O entusiasmo que transmite nas suas apresentações é indissociável do cuidado que põe no grafismo dos seus trabalhos e da sua capacidade de comunicação.

LUÍS G. ARNAUT — Professor de Química na Universidade de Coimbra. Os seus interesses científicos centram-se na cinética química, domínio científico em que se estuda a evolução dos sistemas químicos ao longo do tempo. Nesta área, tem vindo a desenvolver diversos modelos interpretativos teóricos de aplicabilidade generalizada, tendo particular interesse no estudo do efeito da luz ou da acção de enzimas sobre a velocidade das reacções químicas. É co-autor de um livro sobre cinética química e de dezenas de artigos científicos sobre este tema.

JOSÉ GASPAR MARTINHO — Professor de Química do Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa. Doutorou-se em 1982 no IST, e realizou um pós-doutoramento na Universidade de Toronto, Canadá, em 1985-1986. Publicou numerosos artigos científicos na

área da química-física (espectroscopia UV-Vis, cinética, polímeros e colóides). Lecciona no Instituto Superior Técnico disciplinas das licenciaturas em Química, Engenharia Química e Engenharia Biológica e ainda cursos de pós-graduação nas áreas científicas da sua especialidade.

LEWIS WOLPERT — Professor de Biologia Aplicada à Medicina no University College de Londres. As suas pesquisas incidem sobre os mecanismos implicados pelo desenvolvimento do embrião. É membro da Royal Society e da Royal Society of Literature. Em 1990 foi distinguido com um CBE. Bem conhecido como apresentador de programas radiofónicos e televisivos de divulgação científica, foi também presidente do Committee for the Public Understanding of Science.

DESIDÉRIO MURCHO — Prepara o seu doutoramento no King's College de Londres e é autor de alguns livros, entre os quais se destacam *Essencialismo Naturalizado: Aspectos da Metafísica da Modalidade* (Angelus Novus, 2002) e *O Lugar da Lógica na Filosofia* (Plátano, 2003). Tem-se dedicado não apenas à investigação, mas também à divulgação e ao ensino da filosofia, sendo co-autor de manuais para o ensino secundário.

MAURICE BLOCH — Antropólogo social, professor da London School of Economics and Political Science. Faz trabalho de campo em Madagáscar. Nas suas inúmeras publicações, conjuga de maneira singular uma reflexão etnográfica e teórica, nomeadamente através de pesquisas em torno das noções de ideologia e de poder, no campo da psicologia cognitiva, incidindo sobre os temas do ritual, do tempo e da linguagem.

LUÍS REIS TORGAL — Professor da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, membro do Instituto de História e Teoria das Ideias, coordenador científico do Centro de Estudos Interdisciplinares do Século xx da Universidade de Coimbra (CEIS20), membro de várias sociedades científicas e consultor do Serviço de Ciência da Fundação Calouste Gulbenkian. Dedicou-se sobretudo a temas de história contemporânea, nomeadamente do século xx, no âmbito da Primeira República e do Estado Novo. O seu último livro publicado é uma biografia de António José de Almeida (*António José de Almeida e a República*), que obteve o Prémio de História Contemporânea atribuído pela Academia Portuguesa da História.

ROBERT ROWLAND — É desde 1979 professor convidado de Antropologia no ISCTE (Lisboa). Entre 1987 e 1995 foi titular da cátedra de História Social Europeia no Instituto Universitário Europeu, em Florença. Os seus trabalhos, quase sempre situados na fronteira entre a antropologia e a história, ocupam-se de questões relacionadas com a história da família e a demografia histórica, os processos de feitiçaria na Europa moderna, a inquisição, com as relações entre a imigração, a formação da sociedade brasileira e a metodologia das ciências sociais.

JOSÉ MANUEL MOTA — Professor da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra. Doutorou-se com uma tese sobre a fantasia científica de Philip K. Dick. Os seus interesses académicos actuais centram-se na obra de H. G. Wells e na utopia enquanto género literário. Tem publicado numerosos artigos sobre Dick, Ursula Le Guin, H. G. Wells, e a relação entre ficção científica e pós-modernismo.

BERTRAND JORDAN — Biólogo molecular, trabalhou sobre numerosos temas de genética e de genómica, publicou cerca de cento e cinquenta artigos científicos, mais de cem artigos de divulgação e nove livros que dizem respeito à genética, ao genoma e à sociedade, três dos quais editados em português: *Viagem ao redor do Genoma* (Sociedade Brasileira de Genética, 1996), *Os Impostores da Genética* (Lisboa, Terramar, 2003), *O Espetáculo da Evolução* (Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 2005). Criou, em 2000, a Génopole de Marseille-Nice, é membro do EMBO e de HUGO e consultor de várias empresas de biotecnologia.

NUNO GRANDE — Professor jubilado da Universidade do Porto, da qual foi vice-reitor, é médico e investigador. Figura emblemática do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar (ICBAS-UP), é também membro da Associação Europeia de Educação Médica.

MÁRIO DE SOUSA — Médico especialista em medicina da reprodução laboratorial pelo American Hospital of Paris, professor catedrático e director do Laboratório de Biologia Celular do ICBAS-UP, director científico do Centro de Genética da Reprodução Professor Alberto Barros, director científico do Serviço de Genética da FMUP, director científico da Unidade de RMA do Departamento de Ginecologia e Obstetrícia do Hospital Académico de Alicante e responsável pelo diagnóstico anatomo-patológico ultrastrutural de tecido germinativo para a Europa e África do Sul. É responsável pelo desenvolvimento e pela aplicação de numerosas técnicas relacionadas com células estaminais. Faz parte da comissão editorial das revistas *Human Reproduction*, *Mícron*, *Revista Iberoamericana de Fertilidad y Reproducción Humana*.

CARLO CARENA — Depois de ter sido professor em vários liceus e na Universidade de Turim, trabalhou na redacção e na direcção da Einaudi, tendo organizado e traduzido numerosas edições italianas de clássicos antigos e modernos, como sejam as obras de Virgílio, *As Confissões* e *A Cidade de Deus*, de Santo Agostinho, *O Elogio da Loucura* e o *Lamento da Paz*, de Erasmo de Roterdão e *Os Pensamentos*, de Blaise Pascal. Grande especialista no pensamento de Santo Agostinho, segue uma metodologia crítica que privilegia a dimensão temporal da escrita. É presidente do Premio Internazionale Monselice per la Traduzione letteraria e scientifica.

JOSÉ LUÍS BRANDÃO — Professor do Instituto de Estudos Clássicos da Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, tem desenvolvido pesquisas sobre os epigramas de Marcial, integrando a equipa que os traduziu em português, o romance latino e, no âmbito do doutoramento, a biografia suetoniana. Além de estudos vários, de carácter didáctico e científico, publicou «*Da quod amem*», *amor e amargor na poesia de Marcial* (1998). Desenvolve também trabalho teórico e prático na área do teatro greco-latino. Integra a equipa de pesquisa sobre representações de teatro clássico em Portugal, da qual já resultaram três publicações, e é membro fundador do grupo Thíasos, no qual tem participado como actor e encenador.

LÉLIO QUARESMA LOBO — Engenheiro químico e presidente dos Conselhos Científico e Directivo da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, exercendo a sua actividade docente no Departamento de Engenharia Química. Doutorou-se na Universidade de Oxford. A sua actividade de investigação centra-se

fundamentalmente nas áreas da termodinâmica química, tendo sido fundador e presidente do Centro de Investigação em Engenharia dos Processos Químicos e dos Produtos da Floresta. Foi também fundador e é membro efectivo da Academia de Engenharia. Exerceu, entre outros cargos públicos, os de presidente dos Institutos Politécnicos de Leiria e de Coimbra.

CIÊNCIA ABERTA

1. O JOGO DOS POSSÍVEIS
François Jacob
2. UM POUCO MAIS DE AZUL
H. Reeves
3. O NASCIMENTO DO HOMEM
Robert Clarke
4. A PRODIGIOSA AVENTURA
DAS PLANTAS
Jean-Marie Pelt/Jean-Pierre Cuny
5. COSMOS
Carl Sagan
6. A MEDUSA E O CARACOL
Lewis Thomas
7. O MACACO, A ÁFRICA
E O HOMEM
Yves Coppens
8. OS DRAGÕES DO ÉDEN
Carl Sagan
9. UM MUNDO IMAGINADO
June Goodfield
10. O CÓDIGO CÓSMICO
Heinz R. Pagels
11. CIÊNCIA: CURIOSIDADE
E MALDIÇÃO
Jorge Dias de Deus
12. O POLEGAR DO PANDA
Stephen Jay Gould
13. A HORA DO
DESLUMBRAMENTO
H. Reeves
14. A NOVA ALIANÇA
Ilya Prigogine/Isabelle Stengers
15. PONTES PARA O INFINITO
Michael Guillen
16. O FOGO DE PROMETEU
Charles Lumsden/Edward O. Wilson
17. O CÉREBRO DE BROCA
Carl Sagan
18. ORIGENS
Robert Shapiro
19. A DUPLA HÉLICE
James Watson
20. OS TRÊS PRIMEIROS
MINUTOS
Steven Weinberg
21. «ESTÁ A BRINCAR, SR.
FEYNMAN!»
Richard P. Feynman
22. NOS BASTIDORES
DA CIÊNCIA
Sebastião J. Formosinho
23. VIDA
Francis Crick
24. SUPERFORÇA
Paul Davies
25. QED — A ESTRANHA TEORIA
DA LUZ E DA MATÉRIA
Richard P. Feynman
26. A ESPUMA DA TERRA
Claude Allègre
27. BREVE HISTÓRIA DO TEMPO
Stephen W. Hawking
28. O JOGO
Manfred Eigen/Ruthild Winkler
29. EINSTEIN TINHA RAZÃO?
Clifford M. Will
30. PARA UMA NOVA CIÊNCIA
Steven Rose/Lisa Appignanesi
31. A MÃO ESQUERDA
DA CRIAÇÃO
Jonh D. Barrow/Joseph Silk
32. O GENE EGOÍSTA
Richard Dawkins
33. HISTÓRIA CONCISA
DAS MATEMÁTICAS
Dirk J. Struik
34. CIÊNCIA, ORDEM
E CRIATIVIDADE
David Bohm/F. David Peat
35. O QUE É UMA LEI FÍSICA
Richard P. Feynman
36. QUANDO AS GALINHAS
TIVEREM DENTES
Stephen Jay Gould
37. «NEM SEMPRE A BRINCAR,
SR. FEYNMAN!»
Richard P. Feynman
38. CAOS — A CONSTRUÇÃO
DE UMA NOVA CIÊNCIA
James Gleick
39. SIMETRIA PERFEITA
Heinz R. Pagels
40. ENTRE O TEMPO
E A ETERNIDADE
Ilya Prigogine/Isabelle Stengers
41. OS SONHOS DA RAZÃO
Heinz R. Pagels
42. VIAGEM ÀS ESTRELAS
Robert Jastrow
43. MALICORNE
Hubert Reeves
44. INFINITO EM TODAS
AS DIRECÇÕES
Freeman J. Dyson
45. O ÁTOMO ASSOMBRADO
P. C. W. Davies/J. R. Brown
46. MATÉRIA PENSANTE
Jean-Pierre Changeux/Alain
Connes
47. A NATUREZA
REENCONTRADA
Jean-Marie Pelt
48. O CAMINHO QUE NENHUM
HOMEM TRILHOU
Carl Sagan/Richard Turco
49. O SORRISO DO FLAMINGO
Stephen Jay Gould
50. EM BUSCA DA UNIFICAÇÃO
Abdus Salam/Paul Dirac/
/Werner Heisenberg
51. OBJECTOS FRACTAIS
Benoit Mandelbrot
52. A QUARTA DIMENSÃO
Rudy Rucker
53. DEUS JOGA AOS DADOS?
Ian Stewart
54. OS PRÓXIMOS CEM ANOS
Jonathan Weiner
55. IDEIAS E INFORMAÇÃO
Arno Penzias
56. UMA NOVA CONCEPÇÃO
DA TERRA
Seiya Uyeda
57. HOMENS E ROBOTS
Hans Moravec
58. A MATEMÁTICA
E O IMPREVISTO
Ivar Ekeland
59. SUBTIL É O SENHOR
Abraham Pais
60. FLATLAND — O PAÍS PLANO
Edwin A. Abbott
61. FEYNMAN — A NATUREZA
DO GÊNIO
James Gleick

62. COMIDA INTELIGENTE
Jean-Marie Bourre
63. O FIM DA FÍSICA
Stephen Hawking
64. UNIVERSO, COMPUTADORES E TUDO O RESTO
Carlos Fiolhais
65. OS HOMENS
André Langaney
66. OS PROBLEMAS DA BIOLOGIA
John Maynard Smith
67. A CRIAÇÃO DO UNIVERSO
Fang Li Zhi/Li Shu Xian
68. A MÁQUINA MÁGICA
A. K. Dewdney
69. O MELHOR DE FEYNMAN
Organização de Laurie M. Brown e John S. Rigden
70. ÚLTIMAS NOTÍCIAS DO COSMOS
Hubert Reeves
71. A VIDA É BELA
Stephen Jay Gould
72. OS PROBLEMAS DA MATEMÁTICA
Ian Stewart
73. POEIRAS DE ESTRELAS
Hubert Reeves
74. A PALAVRA DAS COISAS
Pierre Laszlo
75. A EXPERIÊNCIA MATEMÁTICA
Philip J. Davis/Reuben Hersh
76. EINSTEIN VIVEU AQUI
Abraham Pais
77. SOMBRAS DE ANTEPASSADOS ESQUECIDOS
Carl Sagan/Ann Druyan
78. O PRIMEIRO SEGUNDO
Hubert Reeves
79. A COMUNIDADE VIRTUAL
Howard Rheingold
80. UM MODO DE SER
João Lobo Antunes
81. SONHOS DE UMA TEORIA FINAL
Steven Weinberg
82. A MAIS BELA HISTÓRIA DO MUNDO
Hubert Reeves/Joël de Rosnay/
Yves Coppens/Dominique Simonnet
83. O SÉCULO DOS QUANTA
João Varela
84. O FIM DAS CERTEZAS
Ilya Prigogine
85. A PRIMEIRA IDADE DA CIÊNCIA
António Manuel Baptista
86. O QUARK E O JAGUAR
Murray Gell-Mann
87. A DIVERSIDADE DA VIDA
Edward O. Wilson
88. A LIÇÃO ESQUECIDA DE FEYNMAN
David L. Goodstein/Judith R. Goodstein
89. ORDEM OCULTA
John H. Holland
90. UM MUNDO INFESTADO DE DEMÓNIOS
Carl Sagan
91. O RATINHO, A MOSCA E O HOMEM
François Jacob
92. O ÚLTIMO TEOREMA DE FERMAT
Amir D. Aczel
93. A MENTE VIRTUAL
Roger Penrose
94. SOBRE O FERRO NOS ESPINAFRES
Jean-François Bouvet (org.)
95. BILÍÕES E BILÍÕES
Carl Sagan
96. CINCO EQUAÇÕES QUE MUDARAM O MUNDO
Michael Guillen
97. A CIÊNCIA NO GRANDE TEATRO DO MUNDO
António Manuel Baptista
98. CONCEITOS FUNDAMENTAIS DA MATEMÁTICA
Bento de Jesus Caraça
99. O MUNDO DENTRO DO MUNDO
John D. Barrow
100. A CULTURA CIENTÍFICA E OS SEUS INIMIGOS O LEGADO DE EINSTEIN
Gerald Holton
101. VIAGENS NO ESPAÇO-TEMPO
Jorge Dias de Deus
102. IMPOSTURAS INTELLECTUAIS
Alan Sokal/Jean Bricmont
103. O ESTRANHO CASO DO GATO DA SR.^a HUDSON
Colin Bruce
104. AVES, MARAVILHOSAS AVES
Hubert Reeves
105. O HOMEM QUE SÓ GOSTAVA DE NÚMEROS
Paul Hoffman
106. DECOMPONDO O ARCO-ÍRIS
Richard Dawkins
107. FULL HOUSE
Stephen Jay Gould
108. O UNIVERSO ELEGANTE
Brian Greene
109. GÖDEL, ESCHER, BACH
Douglas R. Hofstadter
110. O SIGNIFICADO DE TUDO
Richard P. Feynman
111. GENOMA
Matt Ridley
112. ZERO
Charles Seife
113. O MISTÉRIO DO BILHETE DE IDENTIDADE E OUTRAS HISTÓRIAS
Jorge Buescu
114. $E = MC^2$
David Bodanis
115. AS LIGAÇÕES CÓSMICAS
Carl Sagan
116. O DISCURSO PÓS-MODERNO CONTRA A CIÊNCIA
António Manuel Baptista
117. O NOSSO HABITAT CÓSMICO
Martin Rees
118. OS GÉNIOS DA CIÊNCIA
Abraham Pais
119. NOVE IDEIAS MALUCAS EM CIÊNCIA
Robert Ehrlich

120. A COISA MAIS PRECIOSA QUE TEMOS
Carlos Fiolhais
121. FEITICEIROS E CIENTISTAS
Georges Charpak/Henri Broch
122. A ESPÉCIE DAS ORIGENS
António Amorim
123. COMO CONSTRUIR UMA MÁQUINA DO TEMPO
Paul Davies
124. O GRANDE, O PEQUENO E A MENTE HUMANA
Roger Penrose
125. COMO RESOLVER PROBLEMAS
G. Polya
126. DA FALSIFICAÇÃO DE EUROS AOS PEQUENOS MUNDOS
Jorge Buescu
127. MAIS RÁPIDO QUE A LUZ
João Magueijo
128. O SIGNIFICADO DA RELATIVIDADE
Albert Einstein
129. FRONTEIRAS DA CIÊNCIA
Rui Fausto, Carlos Fiolhais, João Queiró (coords.)
130. DA CRÍTICA DA CIÊNCIA À NEGAÇÃO DA CIÊNCIA
Jorge Dias de Deus
131. CONVERSAS COM UM MATEMÁTICO
Gregory J. Chaitin
132. Y: A DESCENDÊNCIA DO HOMEM
Steve Jones
133. CRÍTICA DA RAZÃO AUSENTE
António Manuel Baptista
134. TEIAS MATEMÁTICAS
Maria Paula S. Oliveira (coord.)
135. A RAINHA DE COPAS
Matt Ridley
136. COMO RESPIRAM OS ASTRONAUTAS
Manuel Paiva
137. O CÓDIGO SECRETO
Margarida Telo da Gama (coord.)
138. OS RELÓGIOS DE EINSTEIN E OS MAPAS DE POINCARÉ
Peter Galison
139. O COSMOS DE EINSTEIN
Michio Kaku
140. O *ANNUS MIRABILIS* DE EINSTEIN
John Stachel
141. DESPERTAR PARA A CIÊNCIA
T. Lago, A. Coutinho, J. Calado, C. Fiolhais, F. Barriga, J. Buescu, A. Quintanilha, C. Fonseca, C. Salema, J. L. Antunes e J. Caraça
142. EINSTEIN... ALBERT EINSTEIN
Jorge Dias de Deus e Teresa Peña
143. UM POUCO DE CIÊNCIA PARA TODOS
Claude Allègre
144. O GÊNIO DA GARRAFA
Joe Schwarzc
145. CURIOSIDADE APAIXONADA
Carlos Fiolhais
146. O LIVRO DAS ESCOLHAS CÓSMICAS
Orfeu Bertolami
147. FLATTERLAND — O PAÍS AINDA MAIS PLANO
Ian Stewart
148. A IDADE NÃO PERDOA?
Luis Bigotte de Almeida
149. TEMPO E CIÊNCIA
Rui Fausto e Rita Marnoto (coords.)