

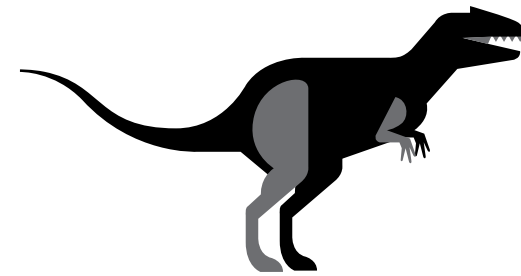


**SERRAVES**

## A EVIDÊNCIA DA EVOLUÇÃO

# A EVIDÊNCIA DA EVOLUÇÃO

Porque é que Darwin tinha razão



Jerry A. Coyne

Tradução de  
Paula Almeida

LISBOA:  
TINTA-DA-CHINA  
MMXII

# Índice

*Prefácio* 11

*Introdução* 17

## CAPÍTULO 1

O que é a evolução? 27

## CAPÍTULO 2

Escrito nas rochas 52

## CAPÍTULO 3

Resíduos: vestígios, embriões  
e organismos mal concebidos 97

## CAPÍTULO 4

A geografia da vida 138

## CAPÍTULO 5

O motor da evolução 170

## CAPÍTULO 6

De que forma o sexo  
acelera a evolução 215

## CAPÍTULO 7

A origem das espécies 248

## CAPÍTULO 8

Então e nós? 277

## CAPÍTULO 9

A evolução revisitada 319

*Notas* 337

*Glossário* 349

*Sugestões de leitura* 353

*Bibliografia* 359

*Créditos das imagens* 372

*Índice Onomástico* 373

© 2012, Edições tinta-da-china, Lda.  
Rua João de Freitas Branco, 35A  
1500-627 Lisboa  
Tels.: 21 726 90 28/9 | Fax: 21 726 90 30  
E-mail: info@tintadachina.pt  
www.tintadachina.pt

Título original: *Why Evolution is True*  
© 2009, Jerry A. Coyne

Título: *A Evidência da Evolução.*  
*Porque é que Darwin tinha razão*

Autor: Jerry A. Coyne  
Tradução: Paula Almeida  
Revisão científica: CIBIO / Martim P. Melo  
Revisão: Sofia Söndergaard  
Ilustração: Kalliopi Monoyios *et al.*  
Composição e capa: Tinta-da-china

1.ª edição: Outubro de 2012

isbn: 978-989-671-133-7  
Depósito Legal n.º 349043/12

Para Dick Lewontin,  
*il miglior fabbro*

## Prefácio

Vinte de Dezembro de 2005. Naquele dia acordei ansioso, à semelhança de muitos outros cientistas. John Jones III, um juiz federal de Harrisburg, na Pensilvânia, devia emitir a sua decisão relativamente ao caso «Kitzmiller *et al. vs. Dover Area School District et al.*». O julgamento tinha sido marcante e a sentença do juiz decidiria de que forma a evolução seria ensinada às crianças.

A crise educativa e científica começara de uma forma discreta, quando os directores das escolas de Dover, na Pensilvânia, se reuniram para discutir quais os manuais de Biologia a encomendar para a escola secundária local. Alguns membros religiosos da assembleia local responsável pelo sistema educativo público, insatisfeitos com o facto de o manual na altura utilizado perfilhar a evolução darwiniana, sugeriram livros alternativos que incluíam a teoria bíblica do criacionismo. Depois de uma discussão acalorada, a assembleia emitiu uma deliberação na qual ordenava aos professores de Biologia de Dover High que lessem a seguinte declaração às suas turmas do nono ano:

Os programas curriculares da Pensilvânia exigem que os alunos aprendam a Teoria da Evolução de Darwin e posteriormente efectuem um teste padrão de que faz parte a evolução. Porque a Teoria de Darwin é justamente uma teoria, continua a ser testada à medida que se descobrem novos dados. A Teoria não é um facto. Existem lacunas na Teoria para os quais não há dados... A concepção inteligente é uma

explicação da origem da vida que difere da visão de Darwin. Os alunos têm à sua disposição o compêndio *Of Pandas and People*, para verem se gostariam de explorar esta perspectiva, num esforço para compreenderem aquilo que a concepção inteligente realmente envolve. Tal como acontece com qualquer outra teoria, os alunos são encorajados a manter um espírito aberto.

Esta declaração desencadeou uma tempestade no mundo da educação. Dois dos nove membros da assembleia demitiram-se e todos os professores de biologia se recusaram a ler a declaração às respectivas turmas, alegando que a «concepção inteligente» era religião e não ciência. Uma vez que a disponibilização de ensino religioso em escolas públicas é uma violação da Constituição dos Estados Unidos, onze pais indignados levaram o caso a tribunal.

O julgamento começou a 26 de Setembro de 2005, tendo-se prolongado por seis semanas. Foi um acontecimento excitante, apropriadamente designado como o «Julgamento Scopes do nosso século», remetendo assim para o famoso julgamento de 1925. Na sequência desse julgamento, John Scopes, um professor do ensino secundário de Dayton, no Tennessee, foi condenado por ensinar aos seus alunos que os seres humanos tinham evoluído. A imprensa nacional afluiu à pacata cidade de Dover, muito à semelhança do que tinha feito oitenta anos antes, em relação à ainda mais pacata cidadezinha de Dayton. Até o trineto de Charles Darwin, Matthew Chapman, por lá apareceu, fazendo pesquisa para um livro acerca do julgamento.

Segundo todos os relatos, foi um desaire. A acusação era astuta e encontrava-se bem preparada, a defesa fraca. O principal cientista apresentado pela defesa admitiu que a sua definição de «ciência» era tão lata que podia incluir a astrologia. E, no final, mostrou-se que o livro *Of Pandas and People* era um embuste, um livro criacionista em que a palavra «criação» tinha

pura e simplesmente sido substituída pela expressão «concepção inteligente».

Mas o desfecho do caso não estava garantido. O juiz Jones fora nomeado por George W. Bush, era um devoto frequentador da igreja e um republicano conservador — o que não são propriamente credenciais pró-darwinianas. Todas as pessoas sustiveram a respiração e esperaram nervosamente.

Cinco dias antes do Natal, o juiz anunciou a sua decisão — a favor da evolução. Não esteve com rodeios, tendo deliberado que a política da assembleia da escola era de uma «inabilidade de cortar o fôlego», que os arguidos tinham mentido quando afirmaram não possuir motivações religiosas e, mais importante ainda, que a concepção inteligente não passava de criacionismo reciclado:

É nossa opinião que um observador sensato e objectivo, após rever os dois volumosos autos deste caso e o nosso relato, chegará inevitavelmente à conclusão de que a concepção inteligente é um argumento teológico interessante, mas que não é ciência... Em resumo, o texto [da assembleia] dá um tratamento destacado e especial à teoria da evolução, deturpa o seu estatuto dentro da comunidade científica, faz com que os alunos duvidem da sua validade sem qualquer justificação científica para tal, apresenta-lhes uma alternativa religiosa disfarçada de teoria científica, direcciona-os para a consulta de um texto criacionista [*Of Pandas and People*] como se este se tratasse de um recurso científico e instrui-os para que renunciem à investigação científica na sala de aula pública e, em vez disso, procurem formação religiosa noutra local.

Jones também ignorou a alegação da defesa de que a teoria da evolução estaria fatalmente errada:

É certo que a teoria da evolução de Darwin é imperfeita. Contudo, o facto de uma teoria científica ainda não poder fornecer uma

explicação para todos os pontos não deve ser usado como um pretexto para empurrar para dentro das aulas de ciências uma hipótese alternativa, baseada na religião e impossível de testar, para deturpar hipóteses científicas já devidamente estabelecidas.

Mas a verdade científica é decidida pelos cientistas, não pelos juizes. Jones limitara-se a impedir que uma verdade estabelecida fosse deformada por opositores parciais e dogmáticos. Mesmo assim, a sua decisão constituiu uma extraordinária vitória para os alunos americanos, para a evolução e, de facto, para a própria ciência.

Mesmo assim, não era altura para nos regozijarmos. Esta não seria certamente a última batalha que teríamos de travar para impedir que a evolução fosse censurada nas escolas. Durante mais de 25 anos de ensino e defesa da biologia evolutiva, aprendi que o criacionismo se assemelha a um boneco sempre-em-pé com que eu brincava em criança: quando empurrado, é derrubado durante uns breves instantes, mas depois volta a erguer-se. E ao passo que o julgamento de Dover é uma história americana, o criacionismo não é um problema exclusivamente americano. Os criacionistas — que não são obrigatoriamente cristãos — estão a estabelecer baluartes noutras partes do mundo, em especial no Reino Unido, na Austrália e na Turquia. A batalha pela evolução parece nunca mais ter fim. E a batalha faz parte de uma guerra mais vasta, uma guerra travada entre racionalidade e superstição. Está em jogo nada mais, nada menos do que a própria ciência e todos os benefícios que ela proporciona à sociedade.

O mantra dos opositores da evolução, quer seja nos Estados Unidos ou não, é sempre o mesmo: «A teoria da evolução está em crise.» Pretende-se insinuar que existem algumas observações profundas acerca da natureza que entram em conflito com o darwinismo. Mas a evolução é mais do que uma «teoria», muito menos uma teoria em crise. A evolução é um facto. E longe de lançarem dúvidas sobre o darwinismo, as evidências reunidas pelos cientistas ao

longo do passado século e meio apoiam-no por completo, demonstrando que a evolução ocorreu e que ocorreu em grande medida como Darwin propôs, através da acção da selecção natural.

Este livro apresenta as principais provas que possuímos a favor da evolução. Para aqueles que se opõem ao darwinismo meramente como uma questão de fé, nunca existirão provas em quantidade suficiente — a sua crença não se baseia na razão. Mas para muitos que se sentem inseguros ou que aceitam a evolução mas não sabem muito bem como a defender, este livro fornece um resumo sucinto da razão pela qual a ciência moderna considera que a evolução é uma verdade. Apresento-o na esperança de que, onde quer que se encontrem, as pessoas possam partilhar o meu deslumbramento perante o puro poder explicativo da evolução darwiniana e possam encarar as suas implicações sem receio.



Qualquer livro que se debruce sobre a biologia evolutiva é necessariamente o produto de um trabalho de colaboração, pois este campo abrange áreas tão diversas quanto a paleontologia, a biologia molecular, a genética populacional e a biogeografia. Uma única pessoa nunca conseguiria dominar todos estes campos. Estou grato pela ajuda e aconselhamento de muitos colegas que pacientemente me transmitiram informações e corrigiram os meus erros. Entre estas pessoas incluem-se Richard Abbott, Spencer Barrett, Andrew Berry, Deborah Charlesworth, Peter Crane, Mick Ellison, Rob Fleischer, Peter Grant, Matthew Harris, Jim Hopson, David Jablonski, Farish Jenkins, Emily Kay, Philip Kitcher, Rich Lenski, Mark Norell, Steve Pinker, Trevor Price, Donald Prothero, Stephen Pruet-Jones, Bob Richards, Callum Ross, Doug Schemske, Paul Sereno, Neil Shubin, Janice Spofford, Douglas Theobald, Jason Weir, Steve Yanoviak e Anne



Yoder. Peço desculpa àqueles cujos nomes inadvertidamente omiti e ilibo todos os que colaboraram nesta obra, excepto a mim mesmo, por quaisquer erros que subsistam. Estou particularmente grato a Matthew Cobb, Naomi Fein, Hopi Hoekstra, Latha Menon e Brit Smith, que leram todo o manuscrito e apresentaram as suas críticas. O livro teria ficado substancialmente mais pobre sem o árduo trabalho e a perspicácia artística da ilustradora, Kalliopi Monoyios. Por fim, estou agradecido ao meu agente, John Brockman, que concordou que as pessoas necessitavam de conhecer as provas existentes a favor da evolução e ao meu editor na Viking Penguin, Wendy Wolf, pela sua ajuda e apoio.

## Introdução

*Darwin é importante porque a evolução é importante. A evolução é importante porque a ciência é importante. A ciência é importante porque é a história mais proeminente da nossa época, uma saga épica acerca de quem somos, de onde viemos e para onde vamos.*

MICHAEL SHERMER

Entre as maravilhas que a ciência tem revelado acerca do universo em que vivemos, nenhum assunto despertou maior fascínio e paixão do que a evolução. A explicação provavelmente reside no facto de nenhuma galáxia majestosa ou neutrino veloz ter implicações com um carácter tão pessoal quanto a evolução. Aquilo que aprendemos acerca da evolução é susceptível de nos transformar profundamente. Mostra-nos qual é o nosso lugar em toda a esplêndida e extraordinária panóplia da vida. Liga-nos a todos os seres vivos que actualmente habitam no nosso planeta e a miríades de outras criaturas há muito desaparecidas. A evolução dá-nos um relato verdadeiro das nossas origens, substituindo os mitos com que nos contentámos durante milhares de anos. Para algumas pessoas isto é profundamente assustador, para outras, inegavelmente empolgante.

Charles Darwin, é claro, pertencia ao segundo grupo, e exprimiu a beleza da evolução no famoso parágrafo final do livro que deu origem a tudo — *A Origem das Espécies* (1859):

«Há uma grandeza nesta visão da vida, com os seus vários poderes originalmente soprados num pequeno número de formas, ou em apenas uma; e no facto de, enquanto este planeta foi girando na sua órbita,

obedecendo à lei fixa da gravidade, terem evoluído e continuarem interminavelmente a evoluir, a partir de um começo tão simples, as mais belas e admiráveis formas.»

Mas há ainda mais motivos para nos maravilharmos, pois o *processo* da evolução — a selecção natural, o mecanismo que a partir de uma primeira molécula replicadora gerou a diversidade de milhões de formas fósseis e vivas — é um mecanismo de uma espantosa simplicidade e beleza. E só aqueles que o compreendem podem sentir a admiração que sentimos quando nos apercebemos de como um processo tão simples pode gerar características tão diversas quanto a flor da orquídea, a asa do morcego e a cauda do pavão. Mais uma vez, n’*A Origem das Espécies*, Darwin — imbuído de um paternalismo vitoriano — descreveu este sentimento:

Quando já não olhamos para um ser orgânico como um selvagem para um navio, como algo que ultrapassa completamente a nossa compreensão; quando olhamos para cada uma das produções da natureza como possuindo uma longa história atrás de si; quando contemplamos todas as estruturas e instintos complexos como a síntese de muitos engenhos, cada um deles útil para o seu possuidor da mesma forma que uma grande invenção mecânica é uma súpula do trabalho, da experiência, da razão e até dos erros dos inúmeros homens que nela trabalharam; quando é desta forma que encaramos cada um dos seres orgânicos, como se torna muito mais interessante — e falo por experiência própria — o estudo da história natural!

A teoria de Darwin de que toda a vida era produto da evolução e de que o processo evolutivo era grandemente impulsionado pela selecção natural tem sido chamada a maior ideia que alguma vez alguém teve. Mas é mais do que uma boa teoria ou do que uma teoria bonita. Acontece também que é verdade. Apesar de a ideia da evolução em si mesma não ser uma ideia original de Darwin,

as múltiplas provas que ele reuniu a favor dela convenceram a maior parte dos cientistas e muitos leitores cultos de que a vida, de facto, tinha mudado ao longo do tempo. Entre a publicação d’*A Origem das Espécies*, em 1859, e essa aceitação só decorreram cerca de dez anos. Mas durante muitos anos depois disso, os cientistas permaneceram cépticos acerca da inovação-chave de Darwin: a teoria da selecção natural. Na verdade, se houve uma época em que o darwinismo era «apenas uma teoria» ou «estava em crise» foi na segunda metade do século XIX, quando as provas a favor do mecanismo evolutivo não eram claras e ainda eram obscuros os meios — a genética — através dos quais funcionava. Tudo isto foi esclarecido nas primeiras décadas do século XX e desde então as provas, tanto da existência da evolução como da selecção natural, continuaram a acumular-se, esmagando a oposição científica ao darwinismo. Apesar de os biólogos terem revelado muitos fenómenos de cuja existência Darwin nunca suspeitou — como inferir as relações evolutivas a partir das sequências de ADN, para começar —, a teoria apresentada n’*A Origem das Espécies* tem-se mantido firme no essencial. Hoje em dia, os cientistas têm tanta confiança no darwinismo como na existência dos átomos ou no facto de os microrganismos causarem doenças infecciosas.

Então, por que razão precisamos de um livro que apresente provas a favor de uma teoria há muito aceite pela comunidade científica? No fim de contas, ninguém escreve livros a explicar as provas que possuímos a favor da existência dos átomos ou da teoria das doenças causadas pelos germes. O que tem a evolução de tão especial?

Nada... e tudo. É verdade que a evolução se encontra tão solidamente estabelecida como qualquer outro facto científico (é, conforme aprenderemos, mais do que «uma mera teoria») e os cientistas não precisam de ser mais convencidos do que já estão. Mas as coisas são diferentes fora dos círculos científicos. Para muitos, a evolução ataca a sua própria identidade. A lição que a

evolução nos parece ensinar (se é que nos ensina algo) é que não somente somos aparentados com as outras criaturas, mas também somos o produto de forças evolutivas casuais e impessoais. Se os humanos não passam de apenas mais um dos produtos da selecção natural, então talvez não sejamos assim tão especiais. É possível perceber por que razão isto não cai bem junto de muitas pessoas que pensam que surgimos de maneira diferente das outras espécies, que somos o objectivo especial de uma intenção divina. Será que a nossa existência possui algum propósito ou significado que nos distingue das outras criaturas? Também se pensa que a evolução corrói a moralidade. Se, afinal, não passamos de animais, então por que razão não nos *comportamos* como animais? O que nos mantém como seres morais se não passamos de macacos com grandes cérebros? Nenhuma outra teoria científica dá origem a tamanha angústia ou gera uma tão forte resistência psicológica.

É claro que esta resistência provém, em grande medida, da religião. É possível encontrar religiões sem criacionismo, mas não criacionismo sem religião. Muitas religiões não só consideram os seres humanos especiais, como também negam a evolução ao afirmarem que nós, tal como as outras espécies, fomos objecto de uma criação instantânea por parte de uma divindade. Enquanto muitas pessoas religiosas descobriram uma forma de adaptar a evolução às suas crenças espirituais, tal não é possível se se perfilhar a verdade literal de uma criação especial. É por isso que a oposição à evolução é tão forte nos Estados Unidos e na Turquia, onde as crenças fundamentalistas estão tão arreigadas.

As estatísticas mostram perfeitamente até que ponto resistimos à aceitação do simples facto científico da evolução. Apesar de provas incontestáveis indicarem que a evolução é verdade, ano após ano as sondagens mostram que os americanos desconfiam especialmente deste ramo da biologia. Em 2006, por exemplo, foi pedido a adultos de 32 países que respondessem se consideravam que a afirmação «Os seres humanos, tal como os conhece-

mos hoje, desenvolveram-se a partir de outras espécies animais mais antigas» era verdadeira, falsa ou se não sabiam. Acontece que esta afirmação é totalmente verdadeira: como veremos, as provas genéticas e fósseis mostram que os humanos descendem de uma linhagem primata que se separou do antepassado que partilhamos com o chimpanzé há aproximadamente sete milhões de anos. E, no entanto, apenas 40 por cento dos norte-americanos — quatro em cada dez pessoas — consideram a afirmação verdadeira (menos cinco por cento desde 1985). Este número é praticamente igualado pela quantidade de pessoas que dizem que é falsa: 39 por cento. E o resto, 21 por cento, simplesmente não tem a certeza.

Isto torna-se ainda mais notável quando comparamos estas estatísticas com as dos outros países ocidentais. Das outras 31 nações inquiridas, somente a Turquia, onde o fundamentalismo religioso se encontra muito disseminado, teve uma classificação mais baixa no que toca à aceitação da evolução (25 por cento aceita, 75 por cento rejeita). Os europeus, por outro lado, ficam muito melhor classificados, com mais de 80 por cento dos franceses, escandinavos e islandeses a encararem a evolução como uma verdade. No Japão, 78 por cento dos habitantes concordam que os seres humanos evoluíram. Imagine se os Estados Unidos ficassem em penúltimo lugar numa série de países inquiridos acerca da aceitação da existência dos átomos! As pessoas começariam imediatamente a tentar melhorar a educação no que diz respeito às ciências físicas.

E a evolução é ainda mais contestada não quando se trata de decidir se é verdade ou mentira, mas se deveria ser ensinada nas escolas públicas. Quase 2/3 dos norte-americanos é da opinião que, se a evolução é ensinada na aula de ciências, o criacionismo também o deveria ser. Apenas 12 por cento — uma em cada oito pessoas — pensa que a evolução deveria ser ensinada sem que se mencionasse uma alternativa criacionista; talvez o argumento «ensinar todas as perspectivas» apele ao sentimento americano de *fair play*, mas, para um educador, é verdadeiramente desencorajador. Porquê ensinar

uma teoria desacreditada e que se baseia na religião, mesmo sendo aceite por tantas pessoas, ao mesmo tempo que uma teoria tão obviamente verdadeira? É como pedir que o xamanismo seja ensinado nas escolas médicas lado a lado com a medicina ocidental, ou que a astrologia seja apresentada nas aulas de Psicologia como uma teoria alternativa em relação ao comportamento humano. Talvez a estatística mais assustadora seja a seguinte: apesar das proibições legais, quase um em cada oito professores de Biologia das escolas secundárias norte-americanas aceitará apresentar o criacionismo ou a concepção inteligente na sala de aula como uma alternativa científica válida ao darwinismo. (Isto pode não ser surpreendente dado que um em cada seis professores acredita que «Deus criou os seres humanos basicamente na sua forma actual nos últimos dez mil anos.»)

Infelizmente, o anti-evolucionismo, muitas vezes considerado um problema tipicamente norte-americano, está agora a espalhar-se por outros países, incluindo a Alemanha e o Reino Unido. Neste último, um inquérito da BBC efectuado em 2006, pediu a duas mil pessoas que dissessem como pensavam que a vida se tinha formado e desenvolvido. Enquanto 48 por cento aceitavam a evolução, 39 por cento optaram pelo criacionismo ou pela concepção inteligente, e 13 por cento não sabiam. Mais de 40 por cento dos inquiridos pensavam que o criacionismo ou a concepção inteligente deveriam ser ensinados nas aulas de ciências. Estes números não são muito diferentes das estatísticas norte-americanas. E algumas escolas do Reino Unido já apresentam a concepção inteligente como uma alternativa à evolução, uma tática educativa ilegal nos Estados Unidos. Com o cristianismo evangélico a ganhar uma base sólida na Europa continental e o fundamentalismo islâmico a propagar-se pelo Médio Oriente, o criacionismo segue o mesmo caminho. No momento em que escrevo, os biólogos turcos estão a travar, no seu próprio país, uma luta logo à partida condenada contra criacionistas em brados que têm bons apoios económicos. E, ironia das ironias, o criacionismo estabeleceu uma

base de apoio no arquipélago das Galápagos. Ali, precisamente na terra que simboliza a evolução, as ilhas icónicas que inspiraram Darwin, uma escola dos Adventistas do Sétimo Dia ensina biologia criacionista pura a crianças de todos os credos.

À parte o conflito com a religião fundamentalista, a evolução tem estado rodeada de muita confusão e mal-entendidos, porque as pessoas não têm consciência do peso e da variedade das provas a seu favor. Sem dúvida que algumas pessoas simplesmente não estarão interessadas. Mas o problema é mais generalizado do que isso: trata-se de falta de informação. Até muitos dos meus colegas biólogos não estão familiarizados com as muitas séries de indícios a favor da evolução, e a maioria dos meus alunos universitários, que supostamente estudou a evolução na escola secundária, chega aos meus cursos não sabendo quase nada acerca desta teoria central e organizadora da biologia. Apesar de fornecerem uma ampla cobertura ao criacionismo e ao seu sucessor, a concepção inteligente, os meios populares de comunicação quase não explicam por que razão os cientistas aceitam a evolução. Não é, pois, de espantar que muitas pessoas sejam vítimas da retórica dos criacionistas e da sua deliberada descaracterização do darwinismo.

Apesar de Darwin ter sido o primeiro a compilar provas a favor da teoria, desde então a investigação científica tem produzido uma torrente de novos exemplos que mostram a evolução em acção. Observamos casos de espécies que se dividem em duas e encontramos cada vez mais fósseis que registam as mudanças ocorridas no passado — dinossauros a quem nasceram penas, peixes que desenvolveram membros, répteis a transformarem-se em mamíferos. Neste livro, entretexo os muitos fios do trabalho levado a cabo nos tempos modernos nos campos da genética, paleontologia, geologia, biologia molecular, anatomia e desenvolvimento, e que comprovam a «marca indelével» dos processos inicialmente apresentados por Darwin. Examinaremos o que a evolução é, o que não é, e como se testa a validade da teoria que choca tantas pessoas.

Veremos que, apesar de o reconhecimento das implicações da evolução certamente exigir uma profunda alteração na maneira de pensar de uma pessoa, isso não conduz necessariamente às terríveis consequências que os criacionistas sempre referem quando tentam convencer as pessoas a rejeitarem o darwinismo. Aceitar a evolução não tem de o transformar num niilista desesperado, nem roubará à sua vida todo o seu propósito e sentido. Não o tornará num ser imoral, nem lhe dará os sentimentos de um Estaline ou de um Hitler. Nem promoverá o ateísmo, pois a religião esclarecida sempre encontrou maneira de acomodar os avanços da ciência. De facto, a compreensão da evolução deveria certamente aprofundar e enriquecer a nossa apreciação do mundo vivo e do nosso lugar nele. A verdade — que nós, tal como os leões, as sequóias e as rãs, resultámos todos de uma lenta substituição de um gene por outro, cada um dos passos concedendo uma minúscula vantagem reprodutiva — é certamente mais satisfatória do que o mito segundo o qual, de repente, fomos criados a partir do nada. Como muitas vezes acontece, Darwin é quem o exprime melhor:

Quando encaro todos os seres não como criações especiais, mas como os descendentes directos de um pequeno número de seres que viveram há muito tempo atrás, antes de o primeiro estrato do sistema câmbrico ter assentado, eles parecem-me ganhar nobreza.

## A Evidência da Evolução

## O que é a evolução?

*Um aspecto curioso, no que diz respeito à teoria da evolução, é que todas as pessoas pensam que a compreendem.*

JACQUES MONOD

Na natureza, é verdade que as plantas e os animais parecem ser concebidos de forma intrincada e quase perfeita, para poderem viver as suas vidas. As lulas e as solhas mudam de cor e de padrão para se confundirem com o ambiente que as cerca, tornando-se invisíveis tanto aos olhos dos predadores como das presas. Os morcegos têm radares para avançarem na direcção dos insectos à noite. Os colibris, que conseguem pairar sem sair do mesmo local e mudar de posição num instante, são muito mais ágeis do que qualquer helicóptero construído pelo ser humano e têm línguas compridas para poderem sorver o néctar que se encontra nos locais mais recônditos das flores. E as flores de que eles se alimentam também parecem ter sido concebidas para usarem os colibris como ajudantes na reprodução sexual — porque, enquanto o colibri está ocupado a sorver o néctar, a flor faz com que o pólen adira ao bico dele, o que lhe permite fertilizar a próxima flor que visitar. A natureza assemelha-se a uma máquina bem oleada, sendo cada uma das espécies uma complexa peça da engrenagem.

O que parece tudo isto sugerir? A existência de um mecânico-mor, claro. Esta conclusão foi celebrenemente expressa por William Paley, um filósofo inglês do século XVIII. Paley disse que, se

encontrássemos um relógio de pulso no chão, certamente o reconheceríamos como sendo produto do trabalho de um relojoeiro. Do mesmo modo, a existência de organismos bem adaptados e das suas características complexas certamente implicavam a existência de um criador consciente, celestial — Deus. Examinemos o argumento de Paley, um dos mais famosos da história da filosofia:

Quando inspecionamos o relógio, percebemos [...] que as várias partes que o compõem estão encaixadas e montadas com um propósito, isto é, que elas se encontram assim dispostas de forma a gerarem movimento, e que esse movimento é regulado de modo a indicar a hora do dia; que, se as diferentes partes tivessem sido feitas de forma diferente da que foram, se tivessem um tamanho diferente ou fossem colocadas de outra maneira, não teria sido gerado nenhum tipo de movimento na máquina ou então o movimento não teria dado resposta ao uso que agora serve [...] Todas as indicações de existência de um mecanismo, todas as manifestações de um plano preconcebido que existiram no relógio, existem nas obras da natureza; com a diferença, na natureza, de serem maiores e em quantidade superior, e num grau que excede todo o cálculo.

O argumento que Paley expôs de forma tão eloquente era simultaneamente sensato e antigo. Quando descreveram plantas e animais, ele e os seus colegas «teólogos naturais» acreditavam estar a catalogar a grandeza e o engenho de Deus, que se manifestava em todas as suas criaturas bem concebidas.

O próprio Darwin levantou a questão da concepção — antes de a pôr de parte —, em 1859:

De que forma foram aperfeiçoadas todas aquelas requintadas adaptações de uma parte da organização à outra, e às condições de vida e de um organismo distinto? Vemos estas belas coadaptações mais claramente no pica-pau e no visco-branco; e somente de forma um pouco

menos clara no parasita mais humilde que se agarra aos pêlos de um quadrúpede ou às penas de uma ave; na estrutura do escaravelho que mergulha na água; na semente que é levada pela brisa mais suave; em resumo, vemos belas adaptações por todo o lado e em todas as partes do mundo orgânico.

Darwin tinha a sua própria resposta ao mistério da concepção. Sendo um naturalista entusiasta que estudara para ser pastor na Universidade de Cambridge (onde, ironicamente, ocupava os antigos alojamentos de Paley), Darwin conhecia muito bem o poder sedutor de argumentos como os de Paley. Quanto mais aprendemos acerca das plantas e dos animais, mais nos maravilhamos com a forma perfeita como o seu formato se adequa à sua maneira de viver. O que poderia ser mais natural do que deduzir que este desenho reflecte uma concepção *consciente*? Porém, Darwin olhava para lá do óbvio, tendo sugerido — apoiando-se em inúmeras provas — duas ideias que para sempre puseram de lado a ideia de um plano deliberado. Essas ideias eram a evolução e a selecção natural. Darwin não foi o primeiro a pensar em evolução — várias pessoas antes dele, incluindo o seu próprio avô, Erasmus Darwin, propuseram a ideia de que a vida tinha evoluído. Mas Darwin foi o primeiro a usar dados retirados da natureza para convencer as pessoas de que a evolução era verdade, e a sua ideia de selecção natural era verdadeiramente original. O facto de o conceito de teologia natural, aceite pela maior parte dos ocidentais cultos antes de 1859, ter desaparecido em poucos anos graças a um único livro de 500 páginas atesta o génio de Darwin. *A Origem das Espécies* levou a que os mistérios da diversidade da vida deixassem de ser mitologia e se transformassem em ciência genuína.

Então, o que é o darwinismo? Esta teoria simples e profundamente bela, a teoria da evolução por selecção natural, tem sido, com tanta frequência, mal compreendida, e inclusive, em certas ocasiões, maliciosamente deturpada, que vale a pena fazer uma

pausa para expor os seus pontos e afirmações essenciais. Voltaremos a estes mesmos pontos e afirmações repetidamente quando as provas existentes para cada um forem apresentadas.

No essencial, a teoria moderna da evolução é fácil de compreender. Pode ser resumida numa única frase (embora ligeiramente comprida): a vida na Terra evoluiu gradualmente, tendo começado por uma única espécie primitiva que viveu há mais de 3,5 mil milhões de anos — talvez uma molécula que adquiriu a capacidade de se replicar; de seguida, com o passar do tempo, alterações em algumas das moléculas descendentes levaram a um processo de ramificação que deu origem a muitas espécies novas e diversas; e o mecanismo para grande parte da mudança evolutiva (mas não para a sua totalidade) é a selecção natural.

Quando se subdivide aquela afirmação, descobrimos que na realidade é formada por seis componentes: evolução, gradualismo, especiação, ancestralidade comum, selecção natural e mecanismos não selectivos de mudança evolutiva. Examinemos o que significa cada uma destas seis partes.

A primeira é a ideia da *evolução* em si mesma. Esta significa simplesmente que, com a passagem do tempo, uma espécie sofre alterações genéticas; ou seja, ao longo de muitas gerações, uma espécie pode evoluir até se tornar em algo muito diferente do original, e essas diferenças baseiam-se nas alterações ocorridas no ADN, geradas por mutações. As espécies animais e vegetais actualmente existentes não existiam no passado, mas descendem das que viveram antes delas. Os seres humanos, por exemplo, evoluíram a partir de uma criatura semelhante a um símio, mas que não era idêntica aos macacos actuais.

Apesar de todas as espécies evoluírem, não o fazem ao mesmo ritmo. Algumas, como os caranguejos-ferradura e as árvores *Gingko*, mal sofreram alterações ao longo de milhões de anos. A teoria da evolução não prevê que as espécies estejam constantemente a evoluir, nem a rapidez com que mudam quando o fazem. Isso depende das pressões evolutivas que sofrem. Grupos

como os das baleias e dos humanos evoluíram rapidamente, ao passo que outros, como o do celacanto, considerado um «fóssil vivo», parecem ser praticamente idênticos aos seus antepassados, que viveram há centenas de milhões de anos.

A segunda parte da teoria evolutiva é a ideia de *gradualismo*. Uma mudança evolutiva substancial, tal como a evolução das aves a partir de répteis, leva muitas gerações a produzir-se. A evolução de novas características, como os dentes e as mandíbulas que distinguem os mamíferos dos répteis, não ocorre em apenas uma ou duas gerações, mas requer geralmente centenas ou milhares — ou até milhões — de gerações. É verdade que algumas alterações podem ocorrer de uma forma muito rápida. As populações de micróbios têm gerações muito curtas, algumas tão breves quanto vinte minutos. Isto significa que estas espécies podem evoluir muito em pouco tempo, o que explica a desanimadora rapidez com que aumentou a resistência aos medicamentos usados no caso de doenças causadas por bactérias e vírus. E existem muitos exemplos de evolução que sabemos que ocorre no período de tempo de uma vida humana. Mas quando nos referimos a mudanças realmente *grandes*, geralmente pensamos em alterações que exigem muitos milhares de anos. O gradualismo, porém, não significa que cada espécie evolui a um ritmo regular. Tal como espécies diferentes variam o seu ritmo de evolução, também uma mesma espécie evolui mais ou menos depressa consoante as pressões evolutivas aumentam ou diminuem. Quando a selecção natural é forte, como quando um animal ou planta coloniza um novo ambiente, a mudança evolutiva pode ser rápida. Assim que uma espécie se adapta bem a um habitat estável é frequente o ritmo da evolução abrandar.

Os dois princípios que se seguem são os dois lados de uma mesma moeda. É notável que, apesar de existirem muitas espécies de seres vivos, todos nós — eu, você, o elefante e o cacto no vaso — partilhemos algumas características fundamentais.



Entre essas características encontram-se os caminhos bioquímicos que utilizamos para produzir energia, o nosso código de ADN, formado por quatro letras, e a forma como esse código é lido e traduzido em proteínas. Isto diz-nos que cada espécie remonta a um único antepassado comum, um antepassado que possuía essas características e que as passou aos seus descendentes. Mas se a evolução fosse apenas uma mudança genética gradual dentro de uma mesma espécie, hoje em dia só existiria uma espécie — um único descendente altamente evoluído da primeira espécie. No entanto, existem muitas espécies: muito mais do que dez milhões de espécies habitam hoje o nosso planeta e temos conhecimento de mais um quarto de milhão, sob a forma de fósseis. A vida é diversificada. Como surge esta diversidade a partir de uma única forma ancestral? Isto requer a terceira ideia da evolução: a de *divisão* ou, mais precisamente, de *especiação*.

Observe a figura 1, que apresenta o exemplo de uma árvore evolutiva ilustrando as relações entre aves e répteis. Todos conhecemos estes animais, mas examinemos a figura com um pouco mais de atenção, de forma a compreender o que tudo isto significa. O que sucedeu quando o nó X, por exemplo, se dividiu por um lado na linhagem que deu origem aos répteis modernos, como os lagartos e as cobras, e por outro na linhagem que deu origem às aves modernas e aos seus parentes, os dinossauros? O nó X representa *uma única espécie ancestral*, um réptil antigo, que se subdividiu em duas espécies que são suas descendentes. Um desses descendentes seguiu o seu próprio caminho, acabando por se dividir muitas vezes e dar origem a todos os dinossauros e aves modernas. O outro descendente fez o mesmo, mas produziu a maioria dos répteis modernos. O antepassado comum, X, é frequentemente denominado o «elo perdido» entre os grupos de descendentes. É a ligação genealógica entre aves e répteis modernos — a intersecção a que finalmente se chegaria caso se pudesse recuar na sua linhagem até ao momento da separação inicial. Aqui há um outro

«elo perdido» mais recente: o nó Y, a espécie que constituiu o antepassado comum dos dinossauros bípedes e carnívoros como o *Tyrannosaurus rex* (actualmente todos extintos) e das aves modernas. Mas apesar de os antepassados comuns já não se encontrarem entre nós, e de os seus fósseis serem quase impossíveis de documentar (ao fim e ao cabo, eles só representam uma única espécie de entre as milhares que existem no registo fóssil), por vezes conseguimos descobrir fósseis que são seus parentes próximos, espécies que possuem características que apresentam uma ancestralidade comum. No capítulo seguinte, por exemplo, conheceremos os «dinossauros com penas» que apoiam a existência do nó Y.

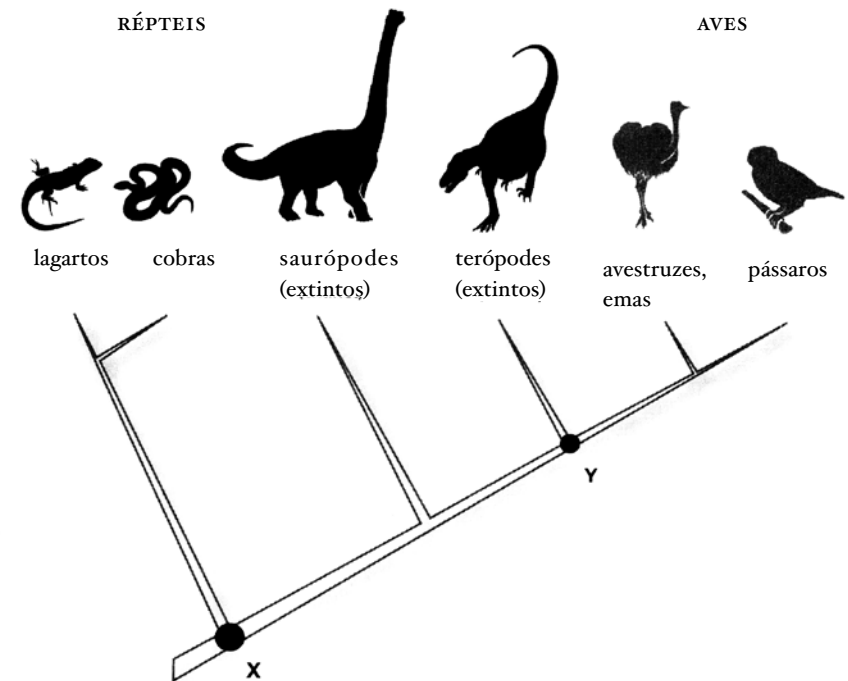


Figura 1: Um exemplo de ancestralidade comum nos répteis. As espécies X e Y constituem antepassados comuns de formas que surgiram mais tarde.

## Glossário

*Nota: para alguns termos, como «gene», os cientistas têm várias definições, frequentemente técnicas e que por vezes estão em desacordo umas com as outras. Em tais casos, forneço o que penso ser a definição em vigor mais comum.*

**ADAPTAÇÃO:** característica de um organismo que evoluiu através da selecção natural, porque desempenhou melhor uma determinada função do que as características equivalentes que a precederam. As flores das plantas, por exemplo, são adaptações utilizadas para atraírem os polinizadores.

**ALELO:** forma particular de um dado gene produzida por mutação. Por exemplo, há três alelos no gene codificador de proteínas que produz o nosso tipo de sangue: os alelos A, O e B. São todas formas mutantes de um único gene que só diferem ligeiramente na sua sequência de ADN.

**APTIDÃO:** na biologia evolutiva, termo técnico que se refere ao número relativo de descendentes gerados pelos portadores de um alelo *versus* o outro. Quanto mais descendentes, mais elevada a aptidão. Mas o termo «aptidão» também pode ser usado de uma forma mais lata, referindo-se ao grau de adaptação de um organismo ao seu ambiente e forma de vida. Nos meios académicos usa-se muitas vezes o termo inglês *fitness*.

**ARENA:** área onde os machos de uma espécie se reúnem para efectuar paradas nupciais. Também conhecido pelo termo inglês «*lek*».

**ATAVISMO:** expressão ocasional, numa espécie viva, de uma característica que em tempos esteve presente numa espécie ancestral mas que desapareceu. O aparecimento esporádico de uma cauda nos bebés humanos é um exemplo de atavismo.

**BARREIRAS REPRODUTIVAS ISOLADORAS:** características de uma dada espécie que têm uma base genética e que a impedem de formar híbridos férteis com outra espécie — por exemplo, diferenças nos rituais de corte que impedem duas espécies de se cruzarem.

**BIOGEOGRAFIA:** estudo da distribuição de plantas e animais na superfície da Terra.

**DERIVA GENÉTICA:** mudança evolutiva que ocorre através de uma amostragem aleatória de diferentes alelos de uma geração para a seguinte, o que origina uma mudança evolutiva não adaptativa.

**DIMORFISMO SEXUAL:** característica que difere dos machos para as fêmeas de uma espécie, tal como o tamanho ou a presença de pêlo nos seres humanos.

**ENDÊMICO:** adjetivo que se refere a uma espécie confinada a uma dada região e que não se encontra em mais nenhum outro local, tal como os tentilhões endêmicos das ilhas Galápagos.

**ESPECIAÇÃO:** evolução de novas populações que estão reprodutivamente isoladas de outras populações.

**ESPECIAÇÃO ALOPOLIPLÓIDE:** origem de uma nova espécie de planta, que começa com a hibridação de duas espécies diferentes, sendo seguida pela duplicação do número de cromossomas desse híbrido.

**ESPECIAÇÃO AUTOPOLIPLÓIDE:** origem de uma nova espécie de planta, que ocorre quando o conjunto completo de cromossomas de uma espécie ancestral é duplicado.

**ESPECIAÇÃO GEOGRÁFICA:** especiação que começa com o isolamento geográfico de duas ou mais populações, que subsequentemente desenvolvem barreiras reprodutivas isoladoras com uma base genética.

**ESPECIAÇÃO SIMPÁTRICA:** especiação que ocorre na ausência de quaisquer barreiras geográficas que isolem fisicamente as populações umas das outras.

**ESPÉCIE:** grupo de populações naturais que se cruzam entre si e que estão reprodutivamente isoladas de outros grupos semelhantes. Esta é a definição de espécie que a maioria dos biólogos prefere, sendo também designada por «conceito biológico de espécie».

**ESPÉCIES IRMÃS:** trata-se de duas espécies que são as parentes mais próximas uma da outra, ou seja, estão mais próximas uma da outra do que de qualquer outra espécie. Os seres humanos e os chimpanzés são um exemplo de espécies irmãs.

**EVOLUÇÃO:** mudança genética nas populações, que frequentemente, com a passagem do tempo, produz mudanças em características observáveis dos organismos.

**FITNESS:** ver «aptidão».

**GÂMETAS:** células reprodutoras, nas quais se incluem o espermatozóide e o óvulo (no caso dos animais) e o pólen e o óvulo (no caso das plantas).

**GENE:** segmento de ADN que produz uma proteína ou um produto do ARN.

**GENOMA:** complemento genético de um organismo, compreendendo todos os seus genes e o ADN.

**HEREDITARIEDADE:** proporção de variação que pode ser observada numa determinada característica que é explicada pela variação entre os genes dos indivíduos. Variando entre zero (caso em que toda a variação se fica a dever ao ambiente) e um (toda a variação se deve a genes), a hereditariedade dá-nos uma ideia de como uma característica responderá prontamente à selecção natural ou artificial. A hereditariedade da altura

humana, por exemplo, varia entre 0,6 e 0,85, dependendo da população testada.

**HOMININI:** todas as espécies, vivas ou extintas, do lado «humano» da árvore evolutiva depois de o antepassado que temos em comum com os chimpanzés se ter dividido em duas linhagens, as quais acabariam por produzir os seres humanos e os chimpanzés modernos.

**HOMÓLOGOS:** par de cromossomas que contêm os mesmos genes, apesar de poderem ter *formas* diferentes desses genes.

**ILHA OCEÂNICA:** ilha que nunca esteve ligada a um continente, mas que, tal como as ilhas do Havai e das Galápagos, foi formada por vulcões ou por outras forças que criam superfícies terrestres novas a partir do fundo do mar.

**ILHAS CONTINENTAIS:** ilhas como a Grã-Bretanha e Madagáscar, que em tempos fizeram parte de um continente, mas que se separaram dele devido à deriva dos continentes ou à subida dos níveis do mar.

**LEK:** ver «arena».

**MACROEVOLUÇÃO:** «grande» mudança evolutiva; geralmente, o termo é usado no caso de grandes mudanças na forma do corpo ou de evolução de um tipo de planta ou animal a partir de outro tipo (especiação). As transformações do nosso antepassado primata nos humanos modernos ou dos primeiros répteis em aves constituem exemplos de macroevolução.

**MICROEVOLUÇÃO:** mudança evolutiva «menor», como por exemplo a mudança de tamanho ou cor de uma espécie. A evolução de diferentes cores de pele ou tipos de cabelo nas populações humanas e a da resistência aos antibióticos por parte das bactérias são exemplos de microevolução.

**MUTAÇÃO:** pequena alteração no ADN, que geralmente muda só um nucleótido na sequência de bases que forma o código genético de um organismo. As mutações surgem, frequentemente, como erros durante a cópia das moléculas de ADN que acompanha a divisão das células.

**NICHO ECOLÓGICO:** conjunto de condições físicas e biológicas, incluindo clima, alimentos, predadores, presas, etc., encontradas por uma dada espécie na natureza.

**PARTENOGÉNESE:** forma de reprodução assexual na qual os indivíduos (fêmeas) formam óvulos que se desenvolvem até ao estado adulto sem fertilização.

**POLIANDRIA:** sistema de acasalamento no qual as fêmeas acasalam com mais de um macho.

**POLIGÍNIA:** sistema de acasalamento no qual os machos acasalam com mais de uma fêmea.

**POLIPLOIDIA:** forma de especiação que envolve a hibridação e na qual a nova espécie possui um número de cromossomas mais elevado. Isto pode envolver tanto a autopoliploidia como a aloploidia (ver acima).

**PSEUDOGENE:** gene inactivo que já não codifica uma proteína.

**RAÇA:** população geograficamente distinta de uma espécie que difere de outras populações numa ou mais características. Por vezes, os biólogos chamam às raças «ecotipos» ou «subespécies».

**RADIAÇÃO ADAPTATIVA:** produção de várias ou de muitas espécies novas a partir de um antepassado comum, geralmente quando o antepassado invade um habitat novo e vazio, como, por exemplo, um arquipélago. A radiação é «adaptativa» porque as barreiras genéticas entre as espécies surgem como produtos derivados da selecção natural que adaptam as populações aos seus ambientes. Um exemplo deste tipo de radiação é a especiação espectacular dos tentilhões *Drepanidini* no Havai.

**SELECÇÃO ESTABILIZADORA:** selecção natural que favorece os indivíduos «médios» de uma população em relação aos que se situam nos extremos. Um exemplo de selecção estabilizadora é a taxa mais elevada de sobrevivência dos bebés humanos com um peso à nascença próximo da média, relativamente aos que nascem com o peso acima ou abaixo da média.

**SELECÇÃO NATURAL:** reprodução não aleatória e diferencial de alelos de uma geração para outra. Geralmente resulta do facto de os portadores de alguns alelos se encontrarem mais aptos a sobreviver ou a reproduzir-se nos seus ambientes do que os portadores dos alelos alternativos.

**SELECÇÃO SEXUAL:** reprodução não aleatória e diferencial de alelos que concedem aos seus portadores diferentes graus de sucesso na obtenção de parceiros. É uma forma de selecção natural.

**SISTEMÁTICA:** ramo da biologia evolutiva que se dedica à inferência das relações evolutivas entre as espécies e à construção de árvores evolutivas que retratam essas relações.

**TETRÁPODE:** animal vertebrado com quatro membros.

**TRAÇO VESTIGIAL:** resíduo evolutivo de uma característica que em tempos foi útil a uma espécie ancestral, mas que actualmente já não possui a mesma utilidade. As características vestigiais podem ser não funcionais (as asas do quivi, por exemplo) ou terem sido cooptadas para novos usos (as asas da avestruz).

## Sugestões de leitura

### *Geral*

- BROWNE, J. 1996 *Charles Darwin: Voyaging*; 2003. *Charles Darwin: The Power of Place*. Knopf, Nova Iorque. (Publicado em 2003 em dois volumes pela Princeton University Press.) A biografia de Darwin em dois volumes de Janet Browne constitui uma obra de mestre, muito bem escrita, que trata o homem, o seu meio e as suas ideias. De longe a melhor de muitas biografias de Darwin.
- CARROLL, S. B. 2005. *Endless Forms Most Beautiful*. W. W. Norton, Nova Iorque. Uma discussão viva sobre a ligação entre a evolução e a biologia do desenvolvimento, escrita por um dos pioneiros do «evo devo».
- CRONIN, H. 1992. *The Ant and the Peacock: Sexual Selection from Darwin to Today*. Cambridge University Press, Cambridge. Uma introdução à selecção sexual para o leitor comum.
- CHIAPPE, L. M. 2007. *Glorified Dinosaurs: The Origin and Early Evolution of Birds*. Wiley, Hoboken, Nova Jérsea. Um relato claro e actualizado da origem das aves a partir de dinossauros com penas.
- DARWIN, C. 1859. *A Origem das Espécies*. Verbo, Lisboa. O livro que deu início a tudo: um clássico mundial. O melhor livro de divulgação científica de todos os tempos (na realidade, foi escrito para o público britânico) e o livro de ciência que qualquer pessoa *deve* ter lido para se considerar verdadeiramente instruída. Embora a prosa vitoriana afaste algumas pessoas, contém passagens maravilhosas, e a argumentação é o seu maior trunfo.
- DAWKINS, R. 1982. *The Extended Phenotype: The Long Reach of the Gene*. Oxford University Press, Oxford. Um dos melhores livros de Dawkins — uma discussão sobre o modo como a selecção de uma espécie pode produzir uma diversidade de características, incluindo alterações no ambiente e no comportamento de outras espécies.
- DAWKINS, R. 1996. *O Relojoeiro Cego*. Colecção Ciência Aberta, Gradiva, Lisboa. O tributo de Dawkins ao poder e à beleza da selecção natural. Uma leitura fascinante do nosso melhor escritor de ciência.
- DAWKINS, R. 2004. *The Ancestor's Tale: A Pilgrimage to the Dawn of Evolution*. Houghton-Mifflin, Nova Iorque. Um relato completo e ilustrado da evolução, que começa com os seres humanos e anda para trás no tempo até chegar a todos os nossos antepassados comuns com outras espécies.

- DAWKINS, R. 2006. *O Gene Egoísta*. (Publicado pela primeira vez em 1976). Coleção Ciência Aberta, Gradiva, Lisboa. Outro clássico — provavelmente o melhor livro alguma vez escrito sobre a teoria moderna da evolução, fundamental para quem queira perceber a selecção natural.
- DUNBAR, R., L. BARRETT, e J. LYCETT. 2005. *Evolutionary Psychology: A Beginner's Guide*. Oneworld, Oxford, Reino Unido. Um guia pequeno mas precioso sobre esta área da ciência que está em crescimento.
- FUTUYMA, D. J. 2005. *Evolution*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. Este é o melhor manual académico sobre biologia evolutiva. Se não for estudante de biologia, pode ser demasiado técnico para uma leitura simples, mas vale a pena consultá-lo como referência.
- GIBBONS, A. 2006. *The First Human: The Race to Discover Our Earliest Ancestors*. Doubleday, Nova Iorque. Um excelente relato sobre descobertas recentes na paleoantropologia, que apresenta não apenas os aspectos científicos mas também as personalidades fortes e competitivas envolvidas na busca das nossas origens.
- GOULD, S. J. 2007. *The Richness of Life: The Essential Stephen Jay Gould* (S. Rose, editor). W. W. Norton, Nova Iorque. Este livro, por si só, vale por muitos, pois todos os livros e ensaios de Gould merecem ser lidos. Esta selecção póstuma inclui 44 ensaios escritos pelo mais eloquente representante e defensor da evolução.
- JOHANSON, D. E. B. Edgar. 2006. *From Lucy to Language* (edição revista). Simon & Schuster, Nova Iorque. Provavelmente a melhor descrição da evolução humana em quase todos os aspectos, escrito por um dos descobridores de «Lucy», espécime de *Australopithecus afarensis*.
- KITCHER, P. 1987. *Vaulting Ambition: Sociobiology and the Quest for Human Nature*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts. Uma crítica clara e bem argumentada à sociobiologia.
- MAYR, E. 2002. *What Evolution Is*. Basic Books, Nova Iorque. Um resumo popular da teoria moderna da evolução, escrito por um dos maiores biólogos evolutivos dos nossos tempos.
- MINDELL, David. 2007. *The Evolving World: Evolution in Everyday Life*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. Uma discussão sobre o valor prático da biologia evolutiva, incluindo aplicações práticas na agricultura e na medicina.
- PINKER, S. 2002. *The Blank Slate: The Modern Denial of Human Nature*. Viking, Nova Iorque. Uma argumentação clara e assertiva que defende o predomínio da «natureza» no debate sobre natureza versus educação.
- PROTHERO, D. R. 2007. *Evolution: What the Fossils Say and Why It Matters*. Columbia University Press, Nova Iorque. A melhor abordagem de divulgação sobre os registos fósseis, que inclui uma argumentação extensa sobre as

- provas fósseis da evolução, incluindo as formas de transição, e uma crítica ao modo como os criacionistas distorcem essas provas.
- QUAMMEN, D. 1997. *The Song of the Dodo: Island Biogeography in an Age of Extinction*. Scribners, Nova Iorque. Uma discussão absorvente sobre muitos dos aspectos da biogeografia das ilhas, incluindo a sua história, teoria moderna e implicações na conservação da natureza.
- SHUBIN, N. 2008. *Quando Éramos Peixes*. Estrela Polar, Lisboa. Uma descrição de leitura fácil sobre como é que a nossa ancestralidade afectou o corpo humano. Escrito por um dos descobridores do fóssil de transição «fishapod», *Tiktaalik roseae*.
- ZIMMER, C. 1999. *At the Water's Edge: Fish with Fingers, Whales with Legs, and How Life Came Ashore but Then Went Back to Sea*. Free Press, Nova Iorque. Um dos nossos melhores jornalistas de ciência descreve as duas grandes transições na evolução dos vertebrados: a evolução dos animais terrestres a partir dos peixes e a evolução das baleias a partir dos ungulados.
- ZIMMER, C. 2005. *Smithsonian Intimate Guide to Human Origins*. HarperCollins, Nova Iorque. Um relato bem ilustrado da evolução humana, incluindo o registo fóssil e as descobertas recentes da genética molecular.
- ZIMMER, C. 2006. *Evolution: The Triumph of an Idea*. Harper Perennial, Nova Iorque. Uma abordagem geral da biologia evolutiva, escrita para acompanhar a série televisiva do canal norte-americano PBS sobre evolução. É introdutória mas completa, e abarca não apenas a teoria e as provas da evolução, mas também as suas implicações filosóficas e teológicas.

### *Evolução, Criacionismo e Questões Sociais*

À excepção de alguns artigos em Pennock (2001), omito as referências aos textos dos criacionistas e defensores da concepção inteligente, pois os seus argumentos baseiam-se na religião e não na ciência. O livro de Eugenie Scott *Evolution vs. Creationism: An Introduction* descreve as várias encarnações do criacionismo, incluindo a concepção inteligente. Os que desejarem ouvir o lado anti-evolução devem consultar os livros de Michael Behe, William Dembski, Phillip Johnson e Jonathan Wells.

### *Livros e Artigos*

- COYNE, J. A. 2005. «The faith that dares not speak its name: The case against intelligent design.» *The New Republic*, 22 de Agosto de 2005, pp. 21-33. Breve resumo da concepção inteligente e revisão do manual escolar *Of Pandas and People*.

- FORREST, B. E. P. R. GROSS. 2007. *Creationism's Trojan Horse: The Wedge of Intelligent Design*. Oxford University Press, Nova Iorque. Uma análise e crítica global da concepção inteligente.
- FUTUYMA, D. J. 1995. *Science on Trial: The Case for Evolution*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts. Um breve resumo das provas da evolução, bem como um resumo da teoria evolutiva e das respostas a alguns argumentos criacionistas comuns.
- HUMES, E. 2007. *Monkey Girl: Evolution, Education, Religion, and the Battle for America's Soul*. Ecco (HarperCollins), Nova Iorque. Relato da tentativa por parte dos defensores da concepção inteligente de inserirem as suas ideias num programa escolar público em Harrisburg, na Pensilvânia, e do julgamento que se lhe seguiu e que classificou a concepção inteligente como «não ciência».
- ISAAK, M. 2007. *The Counter-Creationism Handbook*. The University of California Press, Berkeley. Neste guia prático e útil, Isaak apresenta brevemente e refuta centenas de argumentos criacionistas e a favor da concepção inteligente.
- KITCHER, P. J. 2006. *Living with Darwin: Evolution, Design, and the Future of Faith*. Oxford University Press, Nova Iorque. Uma defesa empolgada do darwinismo e sugestões sobre como ele pode ser conciliado com as necessidades espirituais das pessoas.
- LARSON, E. J. 1998. *Summer for the Gods*. Harvard University Press, Cambridge. Este relato de fácil leitura sobre o julgamento de Scopes, a primeira incursão do darwinismo nos tribunais norte-americanos, corrige muitos equívocos frequentes sobre o «julgamento do macaco». O livro ganhou o Prémio Pulitzer de História em 1998.
- MILLER, K. R. 2000. *Finding Darwin's God: A Scientist's Search for Common Ground Between God and Evolution*. Harper Perennial, Nova Iorque. Biólogo notável, autor de manuais escolares e católico praticante, Miller refuta decisivamente os argumentos da concepção inteligente e depois discute como é que concilia os factos da evolução com as suas crenças religiosas.
- MILLER, K. R. 2008. *Only a Theory: Evolution and the Battle for America's Soul*. Viking, Nova Iorque. Crítica actualizada à concepção inteligente que não só aborda o argumento da «complexidade irreductível», como também mostra porque é que a concepção inteligente representa uma ameaça grave à educação científica na América.
- National Academy of Sciences. 2008. *Science, Evolution, and Creationism*. National Academies Press, Washington, D. C. Pode ser descarregado de graça em [http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=11876](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=11876). Um documento com a posição do grupo de cientistas mais prestigiados da América, que criticam o criacionismo apresentando as provas da evolução.

- PENNOCK, R. T. 1999. *Tower of Babel; the Evidence Against the New Creationism*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts. Provavelmente a análise mais cuidadosa e desmistificadora do criacionismo, sobretudo da sua nova encarnação como concepção inteligente.
- PENNOCK, R. T. (ed.). 2001. *Intelligent Design Creationism and Its Critics: Philosophical, Theological, and Scientific Perspectives*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts. Ensaios de apoiantes e opositores da evolução, com alguns argumentos e contra-argumentos provocadores.
- PETTO, A. J. E L. R. Godfrey (eds.) 2007. *Scientists Confront Intelligent Design and Creationism*. W. W. Norton, Nova Iorque. Uma série de ensaios de cientistas sobre paleontologia, geologia e outros aspectos da teoria da evolução relacionados com a controvérsia evolução/criação, bem como as discussões sobre a sociologia da controvérsia.
- SCOTT, E. C. 2005. *Evolution vs. Creationism: An Introduction*. University of California Press. Uma descrição imparcial sobre o que a evolução e o criacionismo são na realidade.
- SCOTT, E. C. E G. Branch. 2006. *Not in Our Classrooms: Why Intelligent Design Is Wrong for Our Schools*. Beacon Press. Uma série de ensaios sobre as implicações científicas, educativas e políticas do ensino da concepção inteligente e de outras formas de criacionismo nas escolas públicas norte-americanas.

### Recursos online

- <http://www.darwin-online.org.uk/> Toda a obra de Charles Darwin *online*. Inclui não apenas todos os seus livros (incluindo as seis edições de *A Origem das Espécies*), mas também as suas publicações científicas. Pode encontrar muitas das cartas pessoais de Darwin em «The Darwin Correspondence Project»: <http://www.darwinproject.ac.uk/>
- <http://www.talkorigins.org/> Um guia completo *online* com todos os aspectos da evolução. Inclui o melhor guia *online* sobre as provas da evolução, em <http://www.talkorigins.org/faqs/comdesc/>
- <http://www.gate.net/~rwms/EvoEvidence.html> Um grande *site* que inclui vários tipos de provas da evolução.
- <http://www.gate.net/~rwms/crebuttals.html>. Um *site* que examina e desmistifica cuidadosamente muitos argumentos criacionistas.
- <http://www.pandasthumb.org/> O *site* The Panda's Thumb (com o mesmo nome do famoso ensaio de Stephen Jay Gould) lida com as recentes descobertas da biologia evolutiva, bem como com a oposição à evolução em curso na América.
- <http://www.natcensci.org/> Um conjunto de recursos *online* reunidos pelo The National Center for Science Education, uma organização dedicada a ensinar

a evolução nas escolas públicas norte-americanas. Inclui actualizações sobre as disputas em curso com o criacionismo, além de ligações para muitos outros *sites*.

<http://www.pbs.org/wgbh/evolution/> Um grande *site* inspirado na série do canal televisivo PBS, *Evolution*. Contém uma grande selecção de recursos para alunos e professores, incluindo a história do pensamento evolutivo, as provas da evolução e as questões teológicas e filosóficas. As secções sobre evolução humana são muito boas.

Entre muitos bons blogues sobre biologia evolutiva, três destacam-se. Um chama-se «The Loom,» o blogue do escritor de ciência Carl Zimmer, que pode encontrar em <http://www.scienceblogs.com/loom/>, com uma discussão ecléctica e actualizada de tudo o que tenha a ver com a evolução. O blogue «Laelaps» (<http://scienceblogs.com/laelaps/>) é escrito por Britan Switek, um licenciado em paleontologia pela Universidade de Rutgers, e aborda não apenas a paleontologia mas também as questões mais alargadas da biologia evolutiva e da filosofia da ciência. Finalmente, o blogue «This Week in Evolution», do professor da Universidade Cornell R. Ford Denison, que pode encontrar em <http://blog.lib.umn.edu/deniso36/thisweekinevolution/>. Este blogue apresenta novas descobertas na biologia da evolução e é acessível a qualquer pessoa que tenha um curso de biologia de nível universitário.

## Bibliografia

### *Prefácio*

DAVIS, P. E. D. H. Kenyon. 1993. *Of Pandas and People: The Central Question of Biological Origins* (2.<sup>a</sup> edição). Foundation for Thought and Ethics, Richardson, TX.

### *Introdução*

BBC Poll on Evolution. Ipsos MORI. 2006. <http://www.ipsos-mori.com/content/bbc-survey-on-the-origins-of-life.ashx>

BERKMAN, M. B., J. S. Pacheco, e E. Plutzer. 2008. «Evolution and creationism in America's schools: a national portrait.» *Public Library of Science Biology* 6:e124.

Harris Poll #52, 6 de Julho de 2005. [http://www.harrisinteractive.com/harris\\_poll/index.asp?PID=581](http://www.harrisinteractive.com/harris_poll/index.asp?PID=581)

MILLER, J. D., E. C. Scott, e S. Okamoto. 2006. «Public acceptance of evolution.» *Science* 313:765-766.

SHERMER, M. 2006. *Why Darwin Matters: The Case Against Intelligent Design*. Times Books, Nova Iorque.

### *Capítulo 1. O que é a Evolução?*

DARWIN, C. 1993. *Autobiografia de Charles Darwin*. Relógio d'Água, Lisboa.

HAZEN, R. M., 2005. *Gen\*e\*sis: The Scientific Quest for Life's Origin*. Joseph Henry Press, Washington, D.C.

PALEY, W. 1802. *Natural Theology; or Evidences of the Existence and Attributes of the Deity, Collected from the Appearances of Nature*. Parker, Filadélfia.

### *Capítulo 2. Escrito nas rochas*

APESTEGUÍA, S., e H. Zaher. 2006. «A Cretaceous terrestrial snake with robust hindlimbs and a sacrum.» *Nature* 440:1037-1040.

- CHALINE, J., B. Laurin, P. Brunet-Lecomte, e L. Viriot. 1993. «Morphological trends and rates of evolution in arvicolid (Arvicolidae, Rodentia): towards a punctuated equilibria/disequilibrium model.» *Quaternary International* 19:27-39.
- CHEN, J. Y., D. Y. Huang, e C. W. Li. 1999. «An early Cambrian craniate-like chordate.» *Nature* 402:518-522.
- DAESCHLER, E. B., N. H. Shubin, e F. A. Jenkins. 2006. «A Devonian tetrapod-like fish and the evolution of the tetrapod body plan.» *Nature* 440:757-763.
- DIAL, K. P. 2003. «Wing-assisted incline running and the evolution of flight.» *Science* 299:402-404.
- GRAUR, D., e D. G. HIGGINS. 1994. «Molecular evidence for the inclusion of cetaceans within the order Artiodactyla.» *Molecular Biology and Evolution* 11:357-364.
- HEDMAN, M. 2007. *The Age of Everything: How Science Explores the Past*. University of Chicago Press, Chicago.
- HOPSON, J. A. 1987. «The mammal like reptiles: a study of transitional fossils.» *American Biology Teacher* 49:16-26.
- JI, Q., M. A. NORELL, K. Q. GAO, S. A. JI, e D. REN. 2001. «The distribution of integumentary structures in a feathered dinosaur.» *Nature* 410:1084-1088.
- KELLOGG, D. E., e J. D. HAYS. 1975. «Microevolutionary patterns in Late Cenozoic Radiolaria.» *Paleobiology* 1:150-160.
- KERMACK, K.A., Mussett, F., e Rigney, H.W. 1973. «The lower jaw of *Morganucodon*.» *Zoological journal of the Linnaean Society*, 53:87-175.
- LI, e L. Z. CHEN. 1999. «Lower Cambrian vertebrates from South China.» *Nature* 402:42-46.
- LAZARUS, D. 1983. «Speciation in pelagic protista and its study in the planktonic microfossil record: A review.» *Paleobiology* 9:327-340.
- MALMGREN, B. A., e J. P. Kennett. 1981. «Phyletic gradualism in a late cenozoic planktonic foraminiferal lineage; Dsdp site 284, southwest Pacific.» *Paleobiology* 7:230-240.
- NORELL, M. A., J. M. CLARK, L. M. CHIAPPE, e D. DASHZEVEG. 1995. «A nesting dinosaur.» *Nature* 378:774-776.
- ORGAN, C. L. M. H. SCHEWITZER, W. ZHENG, Lm. M. FREIMARK, L. C. CANTLEY, e J. M. ASARA. 2008. «Molecular phylogenetics of Mastodon and *Tyrannosaurus rex*.» *Science* 320:499.
- PRUM, R. O., e A. H. BRUSH. 2002. «The evolutionary origin and diversification of feathers.» *Quarterly Review of Biology* 77:261-295.
- SHELDON, P. 1990. «Parallel gradualistic evolution of Ordovician trilobites.» *Nature* 330:561-563.
- SHIPMAN, P. 1998. *Taking Wing: Archaeopteryx and the Evolution of Bird Flight*. Weidenfeld & Nicholson, Londres.
- SHU, D. G., H. L. LUO, S. C. MORRIS, X. L. ZHANG, S. X. HU, L. CHEN, J. HAN, M. ZHU, Y. LI, e L. Z. CHEN. 1999. «Lower Cambrian vertebrates from South China.» *Nature* 402:42-46.
- SHU, D. G., S. C. MORRIS, J. HAN, Z. F. ZHANG, K. YASUI, P. JANVIER, L. CHEN, X. L. ZHANG, J. N. LIU, Y. LI, e H. Q. LIU. 2003. «Head and backbone of the Early Cambrian vertebrate *Haikouichthys*.» *Nature* 421:526-529.
- SHUBIN, N. H., E. B. DAESCHLER, e F. A. JENKINS. 2006. «The pectoral fin of *Tiktaalik roseae* and the origin of the tetrapod limb.» *Nature* 440:764-771.
- SUTERA, R. 2001. «The origin of whales and the power of independent evidence.» *Relatórios do National Center for Science Education* 20:33-41.
- THEWISSEN, J. G. M., L. N. COOPER, M. T. CLEMENTZ, S. BAJPAIL, e B. N. TIWARI. 2007. «Whales originated from aquatic artiodactyls in the Eocene epoch of India.» *Nature* 450:1190-1194.
- WELLS, J. W. 1963. «Coral growth and geochronometry.» *Nature* 187:948-950.
- WILSON, E. O., e F. M. CARPENTER, and W. L. BROWN. 1967. «First Mesozoic ants.» *Science* 157:1038-1040.
- XU, X., e M. A. NORELL. 2004. «A new troodontid dinosaur from China with avian-like sleeping posture.» *Nature* 431:838-841.
- XU, X., X.-L. WANT, e X.-C. WU. 1999. «A dromaeosaurid dinosaur with a filamentous integument from the Yixian Formation of China.» *Nature* 401:262-266.
- XU, X., Z. H. ZHOU, X. L. WANG, X. W. KUANG, F. C. ZHANG, e X. K. DU. 2003. «Four-winged dinosaurs from China.» *Nature* 421:335-340.

### Capítulo 3. Resíduos: vestígios, embriões e organismos mal concebidos

- ANDREWS, R. C. 1921. «A remarkable case of external hind limbs in a humpback whale.» *American Museum Novitates* 9:1-6.
- BANNERT, N., e R. KURTH. 2004. «Retroelements and the human genome: New perspectives on an old relation.» *Actas da National Academy of Sciences dos Estados Unidos da América* 101:14572-14579.
- BEHE, M. 1996. *A Caixa Negra de Darwin*. Edições Êsquilo, Lisboa.
- BEJDER, L., e B. K. HALL. 2002. «Limbs in whales and limblessness in other vertebrates: mechanisms of evolutionary and developmental transformation and loss.» *Evolution and Development* 4:445-458.
- BRAWAND D., W. WAHLI, e H. KAESSMANN. (2008) «Loss of egg yolk genes in mammals and the origin of lactation and placentation.» *PLoS Biol* 6(3):e63.
- CHEN, Y. P., Y. D. ZHANG, T. X. JIANG, A. J. BARLOW, T. R. ST AMAND, Y. P. HU, S. HEANEY, P. FRANCIS-WEST, C. M. CHUONG, e R. MAAS. 2000. «Conservation



- of early odontogenic signaling pathways in Aves.» *Actas da National Academy of Sciences dos Estados Unidos da América* 97:10044-10049.
- DOBZHANSKY, T. 1973. «Nothing in biology makes sense except in the light of evolution.» *American Biology Teacher* 35:125-129.
- GILAD, Y., V. WIEBE, M. PRZEWORSKI, D. LANCET, e S. PÄÄBO. 2004. «Loss of olfactory receptor genes coincides with the acquisition of full trichromatic vision in primates.» *PLoS Biology* 2:120-125.
- GOULD, S. J. 1994. *Hen's Teeth and Horses' Toes: Further Reflections in Natural History*. W. W. Norton & Co., Nova Iorque.
- HALL, B. K. 1984. Developmental mechanisms underlying the formation of atavisms. *Biological Reviews* 59:89-124.
- HARRIS, M. P., S. M. HASSO, M. W. J. FERGUSON, e J. F. FALLON. 2006. «The development of archosaurian first-generation teeth in a chicken mutant.» *Current Biology* 16:371-377.
- JOHNSON, W. E., e J. M. COFFIN. 1999. «Constructing primate phylogenies from ancient retrovirus sequences.» *Actas da National Academy of Sciences dos Estados Unidos da América* 96:10254-10260.
- KISHIDA, T., S. KUBOTA, Y. SHIRAYAMA, e H. FUKAMI. 2007. «The olfactory receptor gene repertoires in secondary-adapted marine vertebrates: evidence for reduction of the functional proportions in cetaceans.» *Biology Letters* 3:428-430.
- KOLLAR, E. J., e C. FISHER. 1980. «Tooth induction in chick epithelium: Expression of quiescent genes for enamel synthesis.» *Science* 207:993-995.
- KRAUSE, W. J., e C. R. LEESON. 1974. «The gastric mucosa of 2 monotremes: The duck-billed platypus and echidna.» *Journal of Morphology* 142:285-299.
- MEDSTRAND, P., e D. L. MAGER. 1998. Human-specific integrations of the HERV-K endogenous retrovirus family. *Journal of Virology* 72:9782-9787.
- NIIMURA, Y., e M. NEI. 2007. «Extensive gains and losses of olfactory receptor genes in mammalian evolution.» *Public Library of Science One* 2:e708.
- NISHIKIMI, M., R. FUKUYAMA, S. MINOSHIMA, N. SHIMIZU, e K. YAGI. 1994. «Cloning and chromosomal mapping of the human nonfunctional gene for L-gulonolactone oxidase, the enzyme for L-ascorbic-acid biosynthesis missing in man.» *Journal of Biological Chemistry* 269:13685-13688.
- NISHIKIMI, M., e K. YAGI. 1991. «Molecular basis for the deficiency in humans of gulonolactone oxidase, a key enzyme for ascorbic acid biosynthesis.» *American Journal of Clinical Nutrition* 54:1203S-1208S.
- OHTA, Y., e M. NISHIKIMI. 1999. «Random nucleotide substitutions in primate nonfunctional gene for L-gulonolactone oxidase, the missing enzyme in L-ascorbic acid biosynthesis.» *Biochimica et Biophysica Acta* 1472:408-411.
- ORDOÑEZ, G. R., L. W. HILLER, W. C. WARREN, F. GRUTZNER, C. LOPEZ-OTIN, e X. S. PUENTE. 2008. «Loss of genes implicated in gastric function during platypus evolution.» *Genome Biology* 9:R81.

- RICHARDS, R. J. 2008. *The Tragic Sense of Life: Ernst Haeckel and the Struggle over Evolution*. The University of Chicago Press, Chicago.
- ROMER, A. S., e T. S. PARSONS. 1986. *The Vertebrate Body*. Sanders College Publishing, Philadelphia.
- SANYAL, S., H. G. JANSEN, W. J. DE GRIP, E. NEVO e W. W. DE JONG. 1990. «The eye of the blind mole rat, *Spalax ehrenbergi*. Rudiment with hidden function?» *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 31:1398-1404.
- SHUBIN, N. 2008. *Quando éramos Peixes*. Estrela Polar, Lisboa.
- ROUQUIER, S., A. BLANCHER, e D. GIORGI. 2000. «The olfactory receptor gene repertoire in primates and mouse: Evidence for reduction of the functional fraction in primates.» *Actas da National Academy of Sciences dos Estados Unidos da América* 97:2870-2874.
- VON BAER, K. E. 1828. *Entwicklungsgeschichte der Thiere: Beobachtung und Reflexion* (volume 1). Königsberg: Bornträger.
- ZHANG, Z. L., e M. GERSTEIN. 2004. Large-scale analysis of pseudogenes in the human genome. *Current Opinion in Genetics & Development* 14:328-335.

#### Capítulo 4. A geografia da vida

- BARBER, H. N., H. E. DADSWELL, e H. D. INGLE. 1959. «Transport of driftwood from South America to Tasmania and Macquarie Island.» *Nature* 184:203-204.
- BROWNE, J. 1983. *The Secular Ark: Studies in the History of Biogeography*. Yale University Press, New Haven e Londres.
- BROWN, J. H., e M. V. LOMOLINO. 1998. *Biogeography*. 2.<sup>a</sup> edição. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- CARLQUIST, S. 1974. *Island Biology*. Columbia University Press, Nova Iorque.
- CARLQUIST, S. 1981. «Chance dispersal.» *American Scientist* 69: 509-516.
- CENSKY, E. J., K. HODGE, e J. DUDLEY. 1998. «Over-water dispersal of lizards due to hurricanes.» *Nature* 395:556-556.
- GOIN, F. J., J. A. CASE, M. O. WOODBURN, S. F. VIZCAINO, e M. A. REGUERO. 2004. «New discoveries of «opossum-like» marsupials from Antarctica (Seymour Island, Medial Eocene).» *Journal of Mammalian Evolution*: 335-365.
- GUILMETTE, J. E., E. P. HOLZAPFEL, e D. M. TSUDA. 1970. «Trapping of air-borne insects on ships in the Pacific, Part 8.» *Pacific Insects* 12:303-325.
- HOLZAPFEL, E. P., e J. C. HARRELL. 1968. «Transoceanic dispersal studies of insects.» *Pacific Insects* 10:115-153.
- HOLZAPFEL, E. P., e J. C. HARRELL. 1970. «Trapping of air-borne insects in the Antarctic area (Part 3).» *Pacific Insects* 12:133-156.
- McLOUGHLIN, S. 2001. «The breakup history of Gondwana and its impact on pre-Cenozoic floristic provincialism.» *Australian Journal of Botany* 49:271-300.

- REINHOLD, R. 1982. «Antarctica yields first land mammal fossil.» *New York Times*, 21 de Março.
- WOODBURNE, M. O., e J. A. CASE. 1996. «Dispersal, vicariance, and the Late Cretaceous to early tertiary land mammal biogeography from South America to Australia.» *J. Mammalian Evolution* 3:121-161.
- YODER, A. D., e M. D. NOWAK. 2006. «Has vicariance or dispersal been the predominant biogeographic force in Madagascar? Only time will tell.» *Ann. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 37:405-431.

### Capítulo 5. O motor da evolução

- CARROLL, S. P., e C. BOYD. 1992. «Host race radiation in the soapberry bug: Natural history with the history.» *Evolution* 46:1052-1069.
- DAWKINS, R. 1996. *Escalada do Monte Improvável*. Edições Asa, Lisboa.
- DOEBLEY, J. F., B. S. GAUT, e B. D. SMITH. 2006. «The molecular genetics of crop domestication.» *Cell* 127:1309-1321.
- DOOLITTLE, W. F., e O. ZHAXBAYEVA. 2007. «Evolution: Reducible complexity—the case for bacterial flagella.» *Current Biology* 17: R510-R512.
- ENDLER, J. A. 1986. *Natural Selection in the Wild*. Princeton University Press, Princeton.
- FRANKS, S. J., S. SIM, e A. E. WEIS. 2007. «Rapid evolution of flowering time by an annual plant in response to a climate fluctuation.» *Actas da National Academy of Sciences dos Estados Unidos da América* 104:1278-1282.
- GINGERICH, P. D. 1983. «Rates of evolution: Effects of time and temporal scaling.» *Science* 222:159-161.
- GRANT, P. R. 1999. *Ecology and Evolution of Darwin's Finches*, edição revista. Princeton University Press, Princeton, Nova Jérсия.
- HALL, B. G. 1982. «Evolution on a petri dish: The evolved b-galactosidase system as a model for studying acquisitive evolution in the laboratory.» *Evolutionary Biology* 15:85-150.
- HOEKSTRA, H.E., HIRSCHMANN, R.J., BUNDEY, R.A., Insel, P.A. E J.P. CROSLAND. 2006. «A single amino acid mutation contributes to adaptive beach mouse color pattern.» *Science*. 313:101-104.
- JIANG, Y., e R. F. DOOLITTLE. 2003. «The evolution of vertebrate blood coagulation as viewed from a comparison of puffer fish and sea squirt genomes.» *Actas da National Academy of Sciences dos Estados Unidos da América* 100:7527-7532.
- KAUFMAN D. W. (1974) «Adaptive coloration in *Peromyscus polionotus*: experimental selection by owls.» *Journal of Mammalogy* 55, 271-283.
- LAMB, T. D., S. P. COLLIN, e E. N. PUGH. 2007. «Evolution of the vertebrate eye: opsins, photoreceptors, retina and eye cup.» *Nature Reviews Neuroscience* 8:960-975.

- LENSKI, R. E. 2004. «Phenotypic and genomic evolution during a 20,000-generation experiment with the bacterium *Escherichia coli*.» *Plant Breeding Reviews* 24:225-265.
- MILLER, K. R. 1999. *Finding Darwin's God: A Scientist's Search for Common Ground Between God and Evolution*. Cliff Street Books, Nova Iorque.
- MILLER, K. R. 2008. *Only a Theory: Evolution and the Battle for America's Soul*. Viking, Nova Iorque.
- NEU, H. C. 1992. «The crisis in antibiotic resistance.» *Science* 257:1064-1073.
- NILSSON, D.-E., e S. PELGER. 1994. «A pessimistic estimate of the time required for an eye to evolve.» *Actas da Royal Society of London, Series B* 256:53-58.
- PALLEN, M. J., e N. J. MATZKE. 2006. «From The Origin of Species to the origin of bacterial flagella.» *Nature Reviews Microbiology* 4:784-790.
- RAINEY, P. B., e M. TRAVISANO. 1998. «Adaptive radiation in a heterogeneous environment.» *Nature* 394:69-72.
- REZNICK, D. N., e C. K. GHALAMBOR. 2001. «The population ecology of contemporary adaptations: what empirical studies reveal about the conditions that promote adaptive evolution.» *Genetica* 112:183-198.
- SALVINI-PLAWEN, L. V. E. E. MAYR. 1977. «On the evolution of photoreceptors and eyes.» *Evolutionary Biology* 10:207-263.
- STEINER, C.C., J.N. WEBER e H.E. HOEKSTRA. 2007. «Adaptive variation in beach mice produced by two interacting pigmentation genes.» *PLoS Biology* 5:e219.
- VILA, C., P. SAVOLAINEN, J. E. MALDONADO, I. R. AMORIM, J. E. RICE, R. L. HONEYCUTT, K. A. CRANDALL, J. LUNDEBERG, e R. K. WAYNE. 1997. «Multiple and ancient origins of the domestic dog.» *Science* 276:1687-1689.
- WEINER, J. 1995. *O Bico do Tentilhão: Uma História da Evolução nos nossos Tempos*. Editorial Caminho, Lisboa.
- XU, X., e R. F. DOOLITTLE. 1990. «Presence of a vertebrate fibrinogen-like sequence in an echinoderm.» *Actas da National Academy of Sciences dos Estados Unidos da América* 87:2097-2101.
- YANOVIK, S. P., M. KASPARI, R. DUDLEY, e J. G. POINAR. 2008. «Parasite-induced fruit mimicry in a tropical canopy ant.» *The American Naturalist* 171:536-544.
- ZIMMER, C. 2001. *Parasite Rex: Inside the Bizarre World of Nature's Most Dangerous Creatures*. Free Press, Nova Iorque.

### Capítulo 6. Como é que o sexo acelera a evolução

- ANDERSSON, M. 1994. *Sexual Selection*. Princeton University Press, Princeton.
- BURLEY, N. T., e R. SYMANSKI. 1998. «A taste for the beautiful: Latent aesthetic mate preferences for white crests in two species of Australian grassfinches.» *The American Naturalist* 152:792-802.

- BUTLER, M. A., S. A. SAWYER, e J. B. LOSOS. 2007. «Sexual dimorphism and adaptive radiation in *Anolis* lizards.» *Nature* 447:202-205.
- BUTTERFIELD, N. J. 2000. «*Bangiomorpha pubescens* n. gen., n. sp.: implications for the evolution of sex, multicellularity, and the Mesoproterozoic/Neoproterozoic radiation of eukaryotes.» *Paleobiology* 3: 386-404.
- DARWIN, C. 1871. *A Origem do Homem e a Seleção Sexual*. Relógio d'Água, Lisboa.
- DUNN, P. O., L. A. WHITTINGHAM, e T. E. PITCHER. 2001. «Mating systems, sperm competition, and the evolution of sexual dimorphism in birds.» *Evolution* 55:161-175.
- ENDLER, J. A. 1980. «Natural selection on color patterns in *Poecilia reticulata*.» *Evolution* 34:76-91.
- FIELD, S. A., e M. A. KELLER. 1993. «Alternative mating tactics and female mimicry as postcopulatory mate-guarding behavior in the parasitic wasp *Cotesia rubecula*.» *Animal Behaviour* 46:1183-1189.
- HILL, G. E. 1991. «Plumage coloration is a sexually selected indicator of male quality.» *Nature* 350:337-339.
- HUSAK, J. F., J. M. MACEDONIA, S. F. FOX, e R. C. SAUCEDA. 2006. «Predation cost of conspicuous male coloration in collared lizards (*Crotaphytus collaris*): An experimental test using clay-covered model lizards.» *Ethology* 112:572-580.
- MADDEN, J. R. 2003. «Bower decorations are good predictors of mating success in the spotted bowerbird.» *Behavioral Ecology and Sociobiology* 53:269-277.
- MADDEN, J. R. 2003. «Male spotted bowerbirds preferentially choose, arrange and proffer objects that are good predictors of mating success.» *Behavioral Ecology and Sociobiology* 53:263-268.
- McFARLAN, D. (ed). 1989. *Guinness Book of World Records*. Sterling Publishing Co., Nova Iorque.
- PETRIE, M., e T. HALLIDAY. 1994. «Experimental and natural changes in the peacock's (*Pavo cristatus*) train can affect mating success.» *Behavioral Ecology and Sociobiology* 35:213-217.
- PETRIE, M. 1994. «Improved growth and survival of offspring of peacocks with more elaborate trains.» *Nature* 371:598-599.
- PETRIE, M., T. HALLIDAY, e C. SANDERS. 1991. «Peahens prefer peacocks with elaborate trains.» *Animal Behaviour* 41:323-331.
- PRICE, C. S. C., K. A. DYER, e J. A. COYNE. 1999. «Sperm competition between *Drosophila* males involves both displacement and incapacitation.» *Nature* 400:449-452.
- PRYKE, S. R., e S. ANDERSSON. 2005. «Experimental evidence for female choice and energetic costs of male tail elongation in red-collared widowbirds.» *Biological Journal of the Linnean Society* 86:35-43.

- TALLAMY, D. W., B. E. POWELL, e J. A. McCLAFFERTY. 2002. «Male traits under cryptic female choice in the spotted cucumber beetle (Coleoptera : Chrysomelidae).» *Behavioral Ecology* 13:511-518.
- TALLAMY, D. W., M. B. DARLINGTON, J. D. PESEK, e B. E. POWELL. 2003. «Copulatory courtship signals male genetic quality in cucumber beetles.» *Actas da Royal Society of London Series B* 270:77-82.
- VEHRENCAMP, S. L., J. W. BRADBURY, e R. M. GIBSON. 1989. The energetic cost of display in male sage grouse. *Animal Behaviour* 38:885-896.
- WALLACE, A. R. «Note on sexual selection (S459: 1892).» *Natural Science Magazine*, p. 749.
- WELCH, A. M., R. D. SEMLITSCH, e H. C. GERHARDT. 1998. «Call duration as an indicator of genetic quality in male gray tree frogs.» *Science* 280:1928-1930.

### Capítulo 7. A origem das espécies

- ABBOTT, R. J., e A. J. LOWE. 2004. «Origins, establishment and evolution of new polyploid species: *Senecio cambrensis* and *S. eboracensis* in the British Isles.» *Biological Journal of the Linnean Society* 82:467-474.
- AINOUCHE, M. L., A. BAUMEL, e A. SALMON. 2004. «*Spartina anglica* C. E. Hubbard: a natural model system for analysing early evolutionary changes that affect allopolyploid genomes.» *Biological Journal of the Linnean Society* 82:475-484.
- AINOUCHE, M. L., A. BAUMEL, A. SALMON, e G. YANNIC. 2004. «Hybridization, polyploidy and speciation in *Spartina* (Poaceae).» *New Phytologist* 161:165-172.
- ADAM, P. 1990. *Saltmarsh Ecology*. Cambridge University Press, Cambridge, 461 pp.
- BYRNE, K., e R. A. NICHOLS. 1999. «*Culex pipiens* in London Underground tunnels: differentiation between surface and subterranean populations.» *Heredity* 82:7-15.
- CLAYTON, N. S. 1990. «Mate choice and pair formation in Timor and Australian mainland zebra finches.» *Animal Behaviour* 39:474-480.
- COYNE, J. A., e H. A. ORR. 1989. «Patterns of speciation in *Drosophila*.» *Evolution* 43:362-381.
- COYNE, J. A., e H. A. ORR. 1997. ««Patterns of speciation in *Drosophila*» revisited.» *Evolution* 51:295-303.
- COYNE, J. A., e H. A. ORR. 2004. *Speciation*. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.
- COYNE, J. A., e T. D. PRICE. 2000. «Little evidence for sympatric speciation in island birds.» *Evolution* 54:2166-2171.

- DODD, D. M. B. 1989. «Reproductive isolation as a consequence of adaptive divergence in *Drosophila pseudoobscura*.» *Evolution* 43:1308-1311.
- GALLARDO, M. H., C. A. GONZALEZ, e I. CEBRIAN. 2006. «Molecular cytogenetics and allotetraploidy in the red vizcacha rat, *Tympanoctomys barrerae* (Rodentia, Octodontidae).» *Genomics* 88:214-221.
- HALDANE, J. B. S. «Natural selection.» pp. 101-149 in P. R. Bell (ed.) *Darwin's Biological Work: Some Aspects Reconsidered*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- JOHNSON, S. D. 1997. «Pollination ecotypes of *Satyrium hallackii* (Orchidaceae) in South Africa.» *Botanical Journal of the Linnean Society* 123:225-235.
- KENT, R. J., L. C. HARRINGTON, e D. E. NORRIS. 2007. «Genetic differences between *Culex pipiens* f. *molestus* and *Culex pipiens pipiens* (Diptera : Culicidae) in New York.» *Journal of Medical Entomology* 44:50-59.
- KNOWLTON, N., L. A. WEIGT, L. A. SOLÓRZANO, D. K. MILLS, e E. BERMINGHAM. 1993. «Divergence in proteins, mitochondrial DNA, and reproductive compatibility across the Isthmus of Panama.» *Science* 260:1629-1632.
- LOSOS, J. B., e D. SCHLUTER. 2000. «Analysis of an evolutionary species-area relationship.» *Nature* 408:847-850.
- MAYR, E. 1942. *Systematics and the Origin of Species*. Columbia University Press, Nova Iorque.
- MAYR, E. 1963. *Animal Species and Evolution*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- PINKER, S. 1994. *The Language Instinct: The New Science of Language and Mind*. HarperCollins, Nova Iorque.
- RAMSEY, J. M., e D. W. SCHEMSKE. 1998. «The dynamics of polyploid formation and establishment in flowering plants.» *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 29:467-501.
- SAVOLAINEN, V., M.-C. ANSTETT, C. LEXER, I. HUTTON, J. J. CLARKSON, M. V. NORUP, M. P. POWELL, D. SPRINGATE, N. SALAMIN, e W. J. BAKER. 2006. «Sympatric speciation in palms on an oceanic island.» *Nature* 441:210-213.
- SCHLIEWEN, U. K., D. TAUTZ, e S. PÄÄBO. 1994. «Sympatric speciation suggested by monophyly of crater lake cichlids.» *Nature* 368:629-632.
- WEIR, J., e R. INGRAM. 1980. «Ray morphology and cytological investigations of *Senecio cambrensis* Rosser.» *New Phytologist* 86:237-241.
- XIANG, Q.-Y., D. E. SOLTIS, e P. S. SOLTIS. 1998. «The eastern Asian and eastern and western North American floristic disjunction: congruent phylogenetic patterns in seven diverse genera.» *Molecular Phylogenetics and Evolution* 10:178-190.

### Capítulo 8. Então e nós?

- BRADBURY, J. 2004. «Ancient footsteps in our genes: evolution and human disease.» *The Lancet* 363:952-953.
- BROWN, P., T. SUTIKNA, M. J., MORWOOD, R. P. SOEJONO, E. JATMIKO, E. W. SAPTOMO e R. A. DUE. 2004. «A new small-bodied hominin from the Late Pleistocene of Flores, Indonesia.» *Nature* 431:1055-1061.
- BRUNET, M., et al. 2002. «A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa.» *Nature* 418:145-151.
- BUSTAMANTE, C. D., et al. 2005. «Natural selection on protein-coding genes in the human genome.» *Nature* 437:1153-1157.
- BARBUJANI, G., A. MAGAGNI, E. MINCH, e L. L. CAVALLI-SFORZA. 1997. «An apportionment of human DNA diversity.» *Actas da National Academy of Sciences dos Estados Unidos da América* 94: 4516-4519.
- COON, C. S. 1962. *The Origin of Races*. Knopf, Nova Iorque.
- DART R. A. 1925. «*Australopithecus africanus*: The Man-Ape of South Africa.» *Nature* 115: 195-199.
- DART, R.A. (com D. CRAIG) 1959. *Adventures with the Missing Link*. Harper, Nova Iorque.
- DAVIS, P. E. D. H. KENYON. 1993. *Of Pandas and People: The Central Question of Biological Origins* (2.ª edição). Foundation for Thought and Ethics, Richardson, TX.
- DEMUTH, J. P., T. D. BIE, J. E. STAJICH, N. CRISTIANINI, e M. W. HAHN. 2007. «The evolution of mammalian gene families.» *Public Library of Science ONE*. 1:e85.
- ENARD, W., M. PRZEWORSKI, S. E. FISHER, C. S. L. LAI, V. WIEBE, T. KITANO, A. P. MONACO, e S. PAABO. 2002. «Molecular evolution of *FOXP2*, a gene involved in speech and language.» *Nature* 418:869-872.
- ENATTAH, N. S., T. SAHI, E. SAVILAHTI, J. D. TERWILLIGER, L. PELTONEN, e I. JARVELA. 2002. «Identification of a variant associated with adult-type hypolactasia.» *Nature Genetics* 30:233-237.
- ENARD, W., e S. PAABO. 2004. «Comparative primate genomics.» *Annual Review of Genomics and Human Genetics* 5:351-378.
- FRAYER, D. W., M. H. WOLPOFF, A. G. THORNE, F. H. SMITH e G. G. POPE. 1993. «Theories of modern human origins: The Paleontological Test 1993.» *American Anthropologist* 95: 14-50.
- GOULD, S. J. 1981. *The Mismeasure of Man*. W. W. Norton & Co., Nova Iorque.
- «The Gallup Poll: Evolution, Creationism, and Intelligent Design.» <http://www.galluppoll.com/content/default.aspx?ci=21814>
- JONES, S. 1995. *The Language of Genes*. Anchor, Londres.

- KING, M. C., e A. C. WILSON. 1975. «Evolution at two levels in humans and chimpanzees.» *Science* 188:107-116.
- KINGDON, J. 2003. *Lowly Origin: Where, When, and Why Our Ancestors First Stood Up*. Princeton University Press, Princeton, Nova Jérsea, EUA.
- LAMASON, R. L., et al. 2005. «SLC24A5, a putative cation exchanger, affects pigmentation in zebrafish and humans.» *Science* 310:1782-1786.
- LEWONTIN, R. C. 1972. «The apportionment of human diversity.» *Evolutionary Biology* 6:381-398.
- MILLER, C. T., S. BELEZA, A. A. POLLEN, D. SCHLUTER, R. A. KITTLES, M. D. SHRIVER, and D. M. KINGSLEY. 2007. «cis-Regulatory changes in kit ligand expression and parallel evolution of pigmentation in sticklebacks and humans.» *Cell* 131:1179-1189.
- MORWOOD, M. J., et al. 2004. «Archaeology and age of a new hominin from Flores in eastern Indonesia.» *Nature* 431:1087-1091.
- MULDER, M. B. 1988. «Reproductive success in three Kipsigis cohorts.» pp. 419-435 in *Reproductive Success: Studies of Individual Variation in Contrasting Breeding Systems*. T. H. Clutton-Brock, ed. University of Chicago Press, Chicago, Illinois.
- OBENDORF, P. J., C. E. OXNARD, e B. J. KEFFORD. 2008. «Are the small human-like fossils found on Flores human endemic cretins?» *Actas da Royal Society of London B*: 275:1287-1296.
- PERRY, G. H., et al. 2007. «Diet and the evolution of human amylase gene copy number variation.» *Nature Genetics* 39: 1256-1260.
- PINKER, S. 1994. *The Language Instinct: The New Science of Language and Mind*. HarperCollins, Nova Iorque.
- PINKER, S. 2008. «Have humans stopped evolving?» [http://www.edge.org/q2008/q08\\_8.html#pinker](http://www.edge.org/q2008/q08_8.html#pinker)
- RICHMOND, B. G. E. W. L. JUNGERS. 2008. «*Orrorin tugenensis* femoral morphology and the evolution of hominin bipedalism.» *Science* 319:1662-1665.
- ROSENBERG, N. A., J. K. PRITCHARD, J. L. WEBER, H. M. CANN, K. K. KIDD, L. A. ZHIVOTOVSKY, e M. W. FELDMAN. 2002. «Genetic structure of human populations.» *Science* 298:2381-2385.
- SAGAN, Carl. 2000. *Carl Sagan's Cosmic Connection: An Extraterrestrial Perspective*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.
- SUWA, G., R. T. KONO, S. KATOH, B. ASFAW, e Y. BEYENE. 2007. «A new species of great ape from the late Miocene epoch in Ethiopia.» *Nature* 448:921-924.
- TISHKOFF, S. A., et al. 2007. «Convergent adaptation of human lactase persistence in Africa and Europe.» *Nature Genetics* 39:31-40.
- TOCHERI, M. W., C. M. ORR, S. G. LARSON, T. SUTIKNA, JATMIKO, E. W. SAPTOMO, R. A. DUE, T. DJUBIANTONO, M. J. MORWOOD, e W. L. JUNGERS. 2007. «The primitive wrist of *Homo floresiensis* and its implications for hominin evolution.» *Science* 317:1743-1745.
- WOOD, B. 2002. «Hominid revelations from Chad.» *Nature* 418:133-135.

## Capítulo 9. A evolução revisitada

- BROWN, D. E. *Human Universals*. 1991. Temple University Press, Filadélfia, Pensilvânia.
- COULTER, A. 2006. *Godless: The Church of Liberalism*. Crown Forum (Random House), Nova Iorque.
- DAWKINS, R. 1998. *Decompondo o Arco-Íris*. Coleção Ciência Viva, Gradiva, Lisboa.
- EINSTEIN, A. 1999. *The World as I See It*. The Citadel Press, Secaucus, Nova Jérsea.
- FEYNMAN, R. 1999. *The Pleasure of Finding Things Out*. Public Broadcasting Program, 1999.
- Entrevista com Michael Ruse e J. Scott Turner. «Off the Page»: Harvard University Press, fórum de autor. Ver: [http://harvardpress.typepad.com/off\\_the\\_page/~scott\\_turner/index.html](http://harvardpress.typepad.com/off_the_page/~scott_turner/index.html)
- MCÉWAN, I. 2007. «End of the world blues. pp. 351-365 in Hitchens, C. (ed.) *The Portable Atheist*.» Da Capo Press, Cambridge, Massachusetts.
- MILLER, G. 2000. *The Mating Mind: How Sexual Choice Shaped the Evolution of Human Nature*. Doubleday, Nova Iorque.
- PEARCEY, N. 2004. «Darwin meets the Berenstain bears: Evolution as a total worldview.» pp. 53-74 in DEMBSKI, W. A. (ed.), *Uncommon Dissent: Intellectual who Find Darwinism Unconvincing*. ISI books, Wilmington, Delaware.
- PINKER, S. 1994. *The Language Instinct: The New Science of Language and Mind*. HarperCollins, Nova Iorque.
- PINKER, S. 2000. «Survival of the clearest.» *Nature* 404:441-442.
- PINKER, S. 2003. *The Blank Slate: The Modern Denial of Human Nature*. Penguin, Nova Iorque.
- PRICE, J., L. SLOMAN, R. GARDNER, P. GILBER, e P. ROHDE. 1994. «The social competition hypothesis of depression.» *British Journal Psychiatry* 164:309-315.
- THORNHILL, R. E. C. T. Palmer, 2000. *A Natural History of Rape: Biological Bases of Sexual Coercion*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- WILSON, E. O. 1975. *Sociobiology: The New Synthesis*. Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

## Créditos das imagens

- Figuras 1-3: Ilustrações de Kalliopi Monoyios.  
Figura 4: Ilustração de Kalliopi Monoyios, com base em Malmgren e Kennett (1981).  
Figura 5: Ilustração de Kalliopi Monoyios, com base em Kellogg e Hays (1975).  
Figura 6: Ilustração de Kalliopi Monoyios, com base em Sheldon (1987).  
Figura 7: Ilustração de Kalliopi Monoyios, com base em Kellogg e Hays (1975).  
Figura 8: Ilustração de Kalliopi Monoyios.  
Figura 9: Ilustração de Kalliopi Monoyios (*Compsognathus* com base em Peyer, 2006).  
Figura 10A: Ilustração de *Sinornithosaurus*, da autoria de Mick Ellison, reproduzida com autorização; fotografia do fóssil reproduzida com autorização do American Museum of Natural History.  
Figura 10B: Ilustração de *Microraptor*, da autoria de Kalliopi Monoyios; fotografia do fóssil reproduzida com autorização do American Museum of Natural History.  
Figura 11: Ilustração de *Mei long*, da autoria de Mick Ellison, reproduzida com autorização; fotografia do fóssil reproduzida com autorização do American Museum of Natural History; fotografia do pardal — cortesia de José Luis Sanz, Universidad Autónoma de Madrid.  
Figura 12: Ilustração de Kalliopi Monoyios.  
Figura 13: Ilustração de Kalliopi Monoyios, com base em Wilson *et al.* (1967).  
Figura 14: Ilustrações de Kalliopi Monoyios; fotografias das caudas de Bar-Maor *et al.* (1980), reproduzidas com autorização do *Journal of Bone and Joint Surgery*.  
Figura 15: Fotografia do peixe-zebra — gentilmente cedida pela Dra. Victoria Prince; fotografia de embrião humano — gentilmente cedida pelo National Museum of Health and Medicine.  
Figura 16: Ilustrações de Kalliopi Monoyios.  
Figura 17: Ilustrações de Alison E. Burke.  
Figura 18: Fotografias do Dr. Ivan Misek, reproduzidas com autorização.  
Figura 19: Ilustrações de Alison E. Burke.  
Figura 20: Ilustrações de Kalliopi Monoyios.  
Figura 21: Ilustrações de Kalliopi Monoyios, distribuição fóssil segundo McLoughlin (2001).  
Figuras 22-23: Ilustrações de Kalliopi Monoyios.  
Figura 24: Ilustrações de Kalliopi Monoyios, com base em Wood (2002).  
Figura 25-27: Ilustrações de Kalliopi Monoyios.

## Índice Onomástico

- ÁFRICA 48, 138, 140, 142, 144, 150-2, 155, 157, 168, 217, 252, 255, 266, 277-9, 281, 283-4, 286, 288, 296-300, 302, 308-9, 311-2, 314, 316, 320, 346  
Agassiz, Louis 141  
Alexandre, o Grande 110  
América do Norte 40, 143-4, 149-51, 163, 174, 186, 223, 237, 265  
América do Sul 48, 138, 142, 144, 149, 150, 163, 164, 165, 250  
Américas 140, 146, 148, 151, 165  
Amundsen, Roald 154  
Andersson, Malte 217, 227, 228, 365, 366  
Antártida 144, 149, 154, 155, 321  
Aristóteles 53  
Ásia 144, 150, 186, 216, 265, 299  
Austrália 14, 60, 140-2, 144-51, 162, 168, 216, 235, 238, 271, 299  
Axel, Richard 116  
  
BEAGLE, HMS 138, 140, 142  
Behe, Michael 136, 355, 361  
Brown, Donald 327, 361, 363, 369, 371  
Brunet, Michel 289, 360, 369  
Buck, Linda 116  
Burley, Nancy 246, 365  
Bush, George W 13  
  
CARROLL, SCOTT 202, 353, 364  
César, Júlio 110  
Chapman, Matthew 12  
China 81, 94, 143, 150, 297-8, 360-1  
Coulter, Ann 325, 371  
  
DART, RAYMOND 277, 279, 283, 369  
Darwin, Charles 11-3, 15, 17-9, 23-4, 28-9, 35, 37-40, 48-9, 51-2, 60-1, 70-1, 77, 79, 101, 104, 120-1, 125, 127-8, 136, 138, 140, 142-3, 151-2, 155-7, 162-3, 165, 176, 180, 187, 189, 191-3, 196, 209, 211, 213, 215-7, 219-20, 225-6, 229, 238-9, 247, 250-1, 259-60, 269, 276, 278-9, 281-2, 286, 300, 317, 320, 325, 337, 342, 353, 356-7, 359, 361, 364-6, 368, 371  
Darwin, Erasmus 29  
Dawkins, Richard 181, 319, 325-6, 353-4, 364, 371  
DeLay, Tom 325  
Dial, Kenneth 86, 360  
Doolittle, Ford 206, 364  
Doolittle, Russell 208-9, 364-5  
Dubois, Eugene 282  
  
EDDINGTON, ARTHUR 47  
Einstein, Albert 47, 333, 371  
Ender, John 203, 364, 366  
  
FEYNMAN, RICHARD 334, 371  
Fisher, C. III, 112, 362, 369  
  
GALÁPAGOS, ILHAS 23, 156-8, 160, 163-5, 168, 201, 263, 350, 351  
Gilbert, William S. 277, 317  
Gingerich, Philip 210, 364  
Gish, Duane 87-8  
Goldschmidt, Richard 44

Gondwana 144, 149-50, 154, 363  
 Gould, Stephen Jay 98, 307, 328, 354, 357, 362, 369  
 Grã-Bretanha 156, 167, 351  
 Grant, Peter 15, 201, 364  
 Grant, Rosemary 201  
 Gray, Asa 216  
 Gray, Tom 291

HAECKEL, ERNST 127, 340, 363  
 Haldane, J.B.S. 95, 368  
 Hall, Barry 194, 361-2, 364  
 Halliday, Tim 226, 366  
 Havai 102, 156-60, 162, 164-6, 168, 263, 266, 351-2  
 Herschel, John 250  
 Hill, Andrew 292  
 Hill, Geoff 241, 366  
 Husak, Jerry 217, 366

INGRAM, RUTH 275, 368  
 Ismail, Mulai 232

JEFFERS, ROBINSON 170  
 Johanson, Donald 283, 290-1, 354  
 Jones, John, III 11, 13, 14  
 Jones, Steve 315, 369  
 Juan Fernández, arquipélago 138-40, 156, 160, 164-5

KAUFMAN, DONALD 177, 180, 364  
 Kingdon, Jonathan 303, 370  
 King, Mary-Claire 304, 370  
 Kollar, E.J. 111-2, 362

LEAKEY, LOUIS 283, 296  
 Leakey, Mary 283, 292  
 Lenski, Richard 15, 193-4, 365  
 Lindbergh, Charles 162  
 Lineu, Carl 37, 251, 281, 283, 307  
 Lyell, Charles 142, 282

MADAGÁSCAR 144, 155, 167-8, 351  
 Madden, Joan 228, 366  
 Más a Tierra 138-9, 158  
 Mayr, Ernst 248-9, 253-4, 257, 354, 368  
 McEwan, Ian 334, 371  
 Miller, Kenneth 209, 341, 356, 359, 365, 370-1

NILSSON, DAN-ERIC 212-3, 365  
 Norell, Mark 15, 83, 360-1  
 Nova Zelândia 65, 100, 102, 162-3, 167-9

ORR, ALLEN 262, 267, 367, 370

PALEY, WILLIAM 27-9, 359  
 Pearcey, Nancy 323-5, 371  
 Pelger, Susanne 212-3, 365  
 Petrie, Marion 225-6, 245, 366  
 Pinker, Steven 15, 261, 312, 330, 354, 368, 370-1  
 Pruett-Jones, Stephen 15, 235  
 Pryke, Sarah 217, 366

RAINEY, PAUL 195, 365  
 Reagan, Ronald 45  
 Romer, Alfred 105, 363  
 Rothschild, lorde Walter 248  
 Ruse, Michael 323, 371

SÃO TOMÉ 157, 255  
 Scopes, John 12, 280, 356  
 Scott, Robert 154, 202, 355, 357, 359, 371  
 Selkirk, Alexander 138-9, 158, 340  
 Sereno, Paul 15, 52, 83  
 Sheldon, Peter 67, 360, 372  
 Shermer, Michael 17, 359  
 Shubin, Neil 15, 74-5, 340, 355, 360-1, 363  
 Simpson, George Gaylord 164

Steno, Nicolaus 56  
 Sullivan, Arthur 277, 317  
 Symanski, Richard 246, 365

TURQUIA 14, 20, 21, 141

VON BAER, KARL ERNST 121, 363

WALLACE, ALFRED RUSSEL 39, 226, 238-9, 282, 367

Wegener, Alfred: 48  
 Weir, Jacqueline 15, 275, 368  
 Weis, Arthur 203, 364  
 Welch, Allison 244, 367  
 Wells, John 58-9, 355, 361  
 Wilson, Allan 304, 370  
 Wilson, E.O. 93, 248, 326, 361, 371

ZHAXYBAYEVA, OLGA 206  
 Zinsmeister, William 149

# A EVIDÊNCIA DA EVOLUÇÃO

FOI COMPOSTO EM CARACTERES  
HOEFLER TEXT E IMPRESSO PELA  
GUIDE, ARTES GRÁFICAS, SOBRE  
PAPEL CORAL BOOK DE 80 GRAMAS,  
NUMA TIRAGEM DE 1000 EXEMPLA-  
RES, EM OUTUBRO DE 2012.