

# Darwin estava errado?

**Não, os indícios da evolução são inegáveis.**

Por DAVID QUAMMEN

A evolução por meio da seleção natural, a concepção fundamental de toda a obra de Charles Darwin, é uma teoria – uma teoria sobre a origem da adaptação, complexidade e diversidade dos seres vivos na Terra. Para os mais céticos e menos familiarizados com a terminologia científica, é grande a tentação de dizer que se trata de “apenas” mais uma teoria. No mesmo sentido, a relatividade, tal como descrita por Albert Einstein, não passa de uma teoria. A noção de que a Terra gira em torno do Sol, proposta por Copérnico em 1543, também é “apenas” uma teoria. A deriva continental é outra. A existência, estrutura e dinâmica dos átomos? Teoria atômica. Até mesmo a eletricidade é uma elaboração teórica, postulando a existência dos elétrons, minúsculas unidades de massa eletricamente carregadas e jamais vistas. Todas essas teorias são explicações que foram confirmadas, até certo ponto, por meio de observações e experimentos, e que os especialistas aceitam como fatos. É isso o que os cientistas querem dizer quando propõem uma teoria: não uma especulação vaga e pouco confiável, mas uma explicação capaz de dar conta das evidências. Eles adotam tais explicações de maneira provisória – considerando-as como a melhor concepção disponível da realidade, até que surjam dados conflitantes ou melhores.

Nós, que não somos cientistas, em geral concordamos na prática com eles. Ligamos nosso aparelho de TV na tomada da parede, nosso ano é medido pelo comprimento da órbita da Terra e, de muitas outras maneiras, levamos adiante nossa vida, confiando na realidade dessas teorias. A teoria da evolução, porém, é um pouco diferente. Afinal, é uma concepção da vida tão fantástica e abrangente que alguns a consideram inaceitável, apesar da montanha de indícios comprobatórios. Quando aplicada à nossa própria espécie, *Homo sapiens*, ela parece ainda mais ameaçadora. Muitos cristãos fundamentalistas e judeus ultra-ortodoxos não se conformam com a idéia de os seres humanos descenderem de primitivos primatas, em contradição com suas leituras literais do Gênesis bíblico. O desconforto tem paralelo entre os criacionistas islâmicos que consideram uma verdade literal o relato da Criação em seis dias. Para o falecido Srila Prabhupada, do movimento Hare Krishna, Deus criou 8,4 milhões de espécimes vivos no princípio”, a fim de oferecer múltiplos patamares para a ascensão das almas reencarnadas.

Mas há outros, além dos adeptos da leitura literal das escrituras, que ainda não se convenceram da evolução. Segundo uma pesquisa Gallup, realizada em 2001 com base em mais de mil entrevistas telefônicas, nada menos que 45% dos adultos americanos ouvidos admitiram que “Deus criou os seres humanos tal como eles são hoje em algum momento nos últimos 10 mil anos”. Para eles, a evolução não foi um fator relevante em nossa formação. Apenas 37% dos americanos consultados reconheceram a importância tanto de Deus como de Darwin – ou seja, que o mundo surgiu por iniciativa divina e depois foi modelado pela evolução. (Essa concepção, de acordo com mais de um pronunciamento papal, é compatível com os dogmas da Igreja Católica). Uma proporção ainda menor, apenas 12%, acreditava que os seres humanos haviam evoluído de outras formas de vida, sem nenhuma intervenção divina.

O mais assombroso nos resultados dessa pesquisa não é que tantos americanos rejeitem a evolução, e sim que as opiniões mudaram pouco nas últimas duas décadas. Os entrevistadores do Instituto Gallup propuseram as mesmas perguntas em 1982, 1993, 1997 e 1999. A crença no criacionismo – ou seja, de que apenas Deus, e não a evolução, produziu os seres humanos – nunca ficou abaixo dos 44%. Quase metade dos americanos prefere acreditar que Charles Darwin estava errado na questão mais importante de sua obra.

Por que tanta gente é contrária à evolução? O respeito pelas escrituras talvez seja apenas parte da resposta. Sem dúvida, há nos Estados Unidos um grande segmento de pessoas que preferem ler de modo literal a Bíblia – mas esse segmento não é assim tão amplo, da ordem de 44%. Defensores do criacionismo e ativistas políticos empenhados em abolir o ensino da biologia evolucionista nas escolas públicas também constituem parte da explicação. Importantes também são a mera confusão e a ignorância de milhões de americanos adultos. Muita gente nunca assistiu a aulas de biologia que tratassem da evolução nem leu obras de divulgação que explicassem a teoria.

A evolução é, porém, um conceito ao mesmo tempo impecável e útil, hoje mais do que nunca crucial para o bem-estar das pessoas, para a ciência médica e para o entendimento do mundo. A evolução também é convincente – ela é uma teoria a toda prova. Seus pontos capitais são um pouco mais complexos do que em geral se imagina, mas não a ponto de ser incompreensíveis a um leitor atento. Além disso, os indícios a seu favor são abundantes, variados, cada vez mais numerosos, coerentes e facilmente acessíveis em museus, livros populares, manuais e pilhas de estudos comprovados por cientistas. Não é necessário – nem conveniente – que a teoria da evolução seja aceita apenas como uma questão de fé.

Não apenas uma, mas duas grandes idéias estão no centro dessa teoria: uma é a evolução de todas as espécies, um fenômeno histórico; a outra é a seleção natural, o principal mecanismo desse fenômeno. No primeiro caso, trata-se do que ocorreu; no segundo, do modo como isso se deu. A idéia de que todas as espécies descendem de ancestrais comuns fora sugerida por outros pensadores, entre os quais Jean-Baptiste Lamarck, muito antes de Darwin publicar *A Origem das Espécies*, em 1859. Mas o que tornou esse livro tão extraordinário ao ser divulgado, e tão influente a longo prazo, foi o fato de proporcionar uma explicação racional para o mecanismo da evolução. A mesma explicação ocorreu, de modo independente, a Alfred Russel Wallace, um jovem naturalista que realizava pesquisas no arquipélago malaio no final da década de 1850. Nos anais da história, ainda que não na consciência das pessoas, Wallace e Darwin partilham a honra à descoberta da seleção natural.

O ponto essencial desse conceito é que pequenas diferenças, aleatórias e transmissíveis de um indivíduo a outro, redundam em oportunidades diferentes de sobrevivência e reprodução – alguns são bem-sucedidos, ao passo que outros morrem sem deixar descendente – e que essa triagem natural leva a mutações significativas na forma, no tamanho, na força, nos mecanismos de defesa, na cor, na bioquímica e no comportamento dos descendentes. E, quando há crescimento excessivo da população, intensifica-se o esforço competitivo. Como os competidores menos afortunados produzem menos descendentes, as variações inúteis ou negativas tendem a desaparecer. As úteis têm a propensão de ser preservadas e aos poucos difundidas por toda a população.

Essa é a anagênese, um dos aspectos do processo evolutivo no qual as modificações afetam uma única espécie. Mas também há outro aspecto, conhecido como “espeiação” Por vezes, as mutações

genéticas ocorrem apenas em um segmento isolado de uma espécie, quando essa população se adapta a condições locais. Pouco a pouco, ela segue seu caminho, ocupando novo nicho ecológico. A certa altura, ela se torna irreversivelmente diferente – ou seja, tão diferente seus membros não podem mais cruzar com resto da espécie. Assim, surgem duas espécies onde antes havia uma. Darwin denominou de “princípio de divergência” esse fenômeno de divisão e especialização, que era parte importante de sua teoria, pois explicava tanto a diversidade geral da vida como a adaptação de cada espécie.

Devemos essa emocionante e radical articulação de conceitos a uma fonte improvável. Charles Darwin era um rico proprietário rural, tímido e meticuloso, cujos amigos íntimos eram clérigos anglicanos. Reservado e gentil, valorizava a privacidade e era inflexível quanto à honestidade intelectual. Como universitário em Cambridge, estudou, sem entusiasmo, para se tornar clérigo, antes de descobrir sua vocação como cientista. Mais tarde, passou 22 anos recolhido, acumulando provas e avaliando argumentos – a favor e contra sua teoria –, pois não queria expor sua tese revolucionária antes de fundamentá-la muito bem. Também é provável que tenha adiado a publicação por causa de sua ansiedade: afinal, estava prestes a anunciar uma teoria que contestava arraigadas crenças religiosas – em especial as convicções cristãs de sua esposa, Emma. O próprio Darwin afastou-se, sem alarde, do cristianismo ao alcançar a meia-idade, e mais tarde se definiria como agnóstico. Continuou a crer em uma divindade distante e impessoal, uma entidade maior que criara o universo e suas leis.

Em 1859, ele, afinal, entregou ao prelo sua obra revolucionária. Embora substancial e bem fundamentado em suas 490 páginas, *A Origem das Espécies* foi por ele considerado apenas um “esboço” provisório do enorme volume que estava escrevendo até ser interrompido por um inesperado acontecimento – o recebimento de uma carta e de um manuscrito enviados por Alfred R. Wallace, a quem Darwin conhecia só por correspondência. O manuscrito esboçava a mesma grande idéia - a evolução por meio da seleção natural – que Darwin vinha examinando. Wallace redigira esse artigo no arquipélago malaio (sem saber das concepções evolutivas de Darwin, até então mantidas em segredo) e, de lá, solicitava a opinião do colega. Darwin ficou chocado. Após duas décadas de exaustivos esforços, estava prestes a perder a prioridade na descoberta. Ou talvez não. Ele encaminhou o artigo de Wallace para publicação, mas também garantiu sua própria reivindicação de prioridade, divulgando dois trechos de sua obra ainda inédita. Em seguida, apressou-se para concluir *A Origem...*, seu “resumo” sobre o assunto. Ao contrário de Wallace, mais jovem e menos meticuloso, Darwin tinha plena consciência da necessidade de fundamentação exaustiva, com evidências e argumentos conclusivos.

Quase todos os indícios comprobatórios, tal como ele, afinal, os apresentou, derivavam de quatro disciplinas: biogeografia, paleontologia, embriologia e morfologia. A biogeografia é o estudo da distribuição geográfica dos seres vivos – ou seja, busca explicar por que determinada região do planeta é habitada por determinadas espécies e não por outras. A paleontologia investiga as formas de vida extintas, preservadas no registro fóssil. A embriologia examina as etapas do desenvolvimento pelas quais passam os embriões antes do nascimento ou durante a incubação. Já a morfologia é a ciência da forma e configuração anatômicas dos seres vivos. Darwin dedicou extensos trechos de *A Origem das Espécies* a essas categorias.

A biogeografia, por exemplo, oferecia amplo panorama de fatos e padrões característicos. Basta examinar os dados biogeográficos, escreveu Darwin, para se notar o enigmático padrão

de agrupamento entre o que chamou de espécies “estritamente aliadas” – ou seja, criaturas similares que partilham mais ou menos da mesma configuração corporal. Essas espécies estritamente aliadas costumam ser encontradas no mesmo continente (várias espécies de zebra na África) ou no mesmo grupo de ilhas oceânicas (dezenas de espécies da ave drepanidídea no Havaí, 13 espécies de tentilhão em Galápagos), a despeito das preferências de cada uma por determinado hábitat, fonte de alimento ou condição climática. Áreas adjacentes da América do Sul, observou Darwin, são ocupadas por duas espécies similares de grandes aves não-voadoras (as emas *Rhea americana* e *Pterocnemia pennata*), e não por avestruzes, como na África, ou por casuares, na Austrália. Na América do Sul também são encontradas cutias e viscachas (pequenos roedores) em habitats terrestres, assim como nútrias e capivaras em áreas úmidas, e não – segundo ele – lebres e coelhos em habitats terrestres e castores e ratos-almiscarados em áreas úmidas. Durante sua expedição às ilhas Galápagos, a bordo do navio de pesquisa Beagle, o próprio Darwin descobriu três variedades muito similares do passarinho *Mimus polyglottos*, cada qual em uma ilha diferente.

Por que deveriam as espécies “estritamente aliadas” ocupar trechos vizinhos de hábitat? E qual o motivo de habitats similares em continentes diferentes serem ocupados por espécies que não são estritamente aliadas? “Nós vemos nesses fatos um profundo vínculo orgânico, vigente através do espaço e do tempo”, escreveu Darwin. “Esse vínculo, em minha teoria, é simplesmente a hereditariedade.” Espécies similares ocorrem em locais próximos, pois descendem de ancestrais comuns.

A paleontologia revela padrão semelhante de agrupamento na dimensão temporal. A coluna vertical de estratos geológicos, acumulados por sedimentação ao longo do tempo e dotados de fósseis dispersos, constitui um registro tangível das espécies então existentes. Nesse registro, Darwin notou que as espécies estritamente aliadas tendem a ser encontradas próximas umas às outras em estratos sucessivos. Uma espécie sobrevive durante milhões de anos e então faz sua derradeira aparição, por exemplo, em meados da época eocênica; e, bem acima, uma similar, mas não idêntica, toma o seu lugar. Na América do Norte, por exemplo, uma criatura vagamente equina, o *Hyracotherium*, foi substituída pelo *Orohippus*, depois pelo *Epihippus*, em seguida pelo *Meshippus*, o qual por sua vez deu lugar a uma variedade de criaturas equinas. Algumas delas até galoparam até a Ásia, atravessando o estreito de Bering, e, depois, alcançaram a Europa e a África. Cinco milhões de anos atrás, esses animais haviam quase desaparecido, deixando em seu lugar o *Dinohippus*, que foi sucedido pelo *Equus*, os cavalos modernos. Nem todos esses elos fósseis eram conhecidos na época de Darwin, mas ele conseguiu captar o cerne do processo. De novo, foram tais seqüências meramente coincidentes? De forma nenhuma, argumentou. As espécies estritamente aliadas se sucederam umas às outras no decorrer do tempo, assim como viveram em locais próximos, pois estavam inter-relacionadas pela descendência evolucionária.

A embriologia também apresentava padrões inexplicáveis pela mera coincidência. Por que o embrião de um mamífero passa por etapas similares às de um embrião de réptil? Por que uma das formas larvais da craca é, antes de sua metamorfose, tão parecida com a larva do camarão? Por que as larvas de mariposa, mosca e besouro são mais semelhantes entre si do que qualquer um deles em relação aos respectivos adultos? Segundo Darwin, isso se dá porque “o embrião é o animal em seu estado menos diferenciado”, e que esse estado “revela a estrutura de seu progenitor”.

A quarta disciplina em que Darwin foi buscar suas evidências, a morfologia, era a “própria alma” da história natural, segundo ele. Mesmo hoje, isso é evidente na disposição e na organização de qualquer jardim zoológico. Os macacos ficam de um lado; os grandes felinos de outro; em outro local, encontramos os crocodilos. Aves concentram-se nos aviários; peixes, nos aquários. Os seres vivos podem ser facilmente classificados em categorias hierarquizadas – não apenas as espécies, mas também gêneros, famílias, ordens, reinos inteiros –, definidas com base em suas características anatômicas.

Todos os vertebrados têm espinha dorsal. Entre eles, as aves são dotadas de penas, e não, como os répteis, de escama. Os mamíferos não têm penas nem escama, mas pêlo e glândulas mamárias. Alguns possuem bolsas nas quais mantêm os filhotes recém-nascidos. Nessa espécie, a dos marsupiais, há os que têm enormes pernas traseiras e cauda forte, com as quais se deslocam aos saltos por quilômetros de terrenos áridos: são os cangurus. Com base nas mais recentes evidências microscópicas e moleculares, podemos identificar similaridades em eras ainda mais antigas. Todas as plantas e os fungos, assim como os animais, têm células dotadas de núcleo. Todos os organismos vivos contêm DNA e RNA (com exceção de alguns vírus, que têm apenas RNA), duas formas aparentadas de moléculas que codificam informações.

Esse padrão de semelhanças hierarquizadas – agrupamentos de espécies similares aninhadas em grupos mais abrangentes, e todas elas originárias de uma única fonte – não está naturalmente presente em outros conjuntos de dados. Não encontramos nada parecido quando vamos classificar rochas, instrumentos musicais ou jóias. Por que é assim? O motivo é que os tipos de rochas e os estilos das jóias não refletem uma linhagem ininterrupta com base em ancestrais comuns, como no caso da diversidade biológica. A quantidade de características comuns entre quaisquer espécies indica há quanto tempo os dois espécimes divergiram em relação a uma linhagem comum.

Essa percepção conferiu novo sentido à tarefa de classificação taxonômica, cuja forma moderna foi fundada em 1735 pelo naturalista sueco Lineu. Embora tenha demonstrado que era possível ordenar sistematicamente as espécies de acordo com suas similaridades, Lineu baseava-se em suposições criacionistas que não explicavam de maneira concreta o padrão de aninhamento dos grupos com que se deparou. No início e em meados do século 19, outros morfologistas, como os franceses Georges Cuvier e Étienne Geoffroy Saint-Hilaire e o inglês Richard Owen, aperfeiçoaram a classificação de Lineu, graças a meticolosos estudos da anatomia, tanto interna como externa, e procuraram descobrir a origem desses padrões de similaridades. Todavia, antes da publicação de *A Origem das Espécies*, ninguém – nem mesmo Owen, amigo de Darwin (depois os dois se desentenderiam) – daria o passo decisivo em direção a uma concepção evolucionista. Owen, contudo, fez uma contribuição importante, ao propor o conceito de características homólogas – ou seja, versões superficialmente diferentes, mas no fundo similares, de um mesmo órgão ou característica, partilhadas por espécies dissimilares.

Por exemplo, a estrutura esquelética com cinco dedos da mão dos vertebrados aparece não só nos seres humanos, macacos e guaxinins, mas também, com modificações variadas, em gatos, morcegos, toninhas, lagartos e tartarugas. Dois ossos de nossos membros inferiores, a tíbia e a fíbula, são associados a ossos homólogos em outros mamíferos e répteis, e até mesmo em uma criatura há muito extinta, a ave-réptil *Archaeopteryx*. Qual o motivo

dessa recorrência variada de algumas poucas configurações básicas? Reconhecendo a contribuição de Owen, Darwin deu a resposta: devia-se à descendência comum, determinada pela seleção natural, a qual alterava as características herdadas conforme as circunstâncias.

As características vestigiais constituem outro tipo de evidência morfológica extremamente esclarecedora, pois mostra que o mundo dos seres vivos está repleto de pequenas e toleráveis imperfeições. Por que os machos dos mamíferos (incluindo os homens) têm mamilos? Por que algumas serpentes (sobretudo a jibóia) apresentam rudimentos de pelve e minúsculas pernas no interior de seu corpo? Por que certas espécies de besouro incapazes de voar são dotadas de asas, guardadas sob carapaças que nunca se abrem? Todas essas questões foram consideradas e respondidas por Darwin em *A Origem das Espécies*. Tais estruturas vestigiais não passam de resquícios da história evolutiva de uma linhagem.

Atualmente, os quatro ramos da ciência biológica que serviram de base a Darwin – biogeografia, paleontologia, embriologia e morfologia – acumulam um conjunto cada vez maior de dados que comprovam sua teoria. E, além dessas categorias, agora dispomos de outras: genética demográfica, bioquímica, biologia molecular e, mais recentemente, o campo do seqüenciamento automatizado dos genes conhecido como “genômica”. Essas novas formas de conhecimento sobrepõem-se perfeitamente umas às outras e fazem intersecção com as formas mais antigas, reforçando todo o edifício e contribuindo para confirmar ainda mais a teoria de Darwin.

Esse, portanto, estava certo a respeito da evolução, ainda que não a respeito de tudo. Um incansável explicador, Darwin propôs várias outras teorias ao longo da vida, e algumas revelaram-se equivocadas. Ele estava errado a respeito da causa das variações no âmbito de uma espécie. E, o mais notável, sua teoria sobre a transmissão de características – que chamou de “pangênese” e defendeu com ardor, mesmo diante do ceticismo de seus colegas biólogos – acabou por revelar-se completamente equivocada. Felizmente para Darwin, a validade de sua idéia mais famosa não dependia em nada dessas outras explicações falhas. O conceito de evolução por meio da seleção natural revelou Darwin em sua melhor forma – ou seja, como alguém capaz de meticolosas observações científicas e de um raciocínio rigoroso.

Renomado biólogo evolucionista, Douglas Futuyma é autor tanto de manuais como de influentes trabalhos de pesquisa. Seu gabinete, na Universidade de Michigan, ocupa uma sala no Departamento de Ciências Naturais. Nele, encontram-se incontáveis publicações e livros, incluindo obras sobre o conflito entre o criacionismo e o evolucionismo. Ao visitá-lo, levei meu exemplar do livro que ele escrevera sobre o assunto, *Science on Trial – The Case for Evolution* (A Ciência no Tribunal – Em Defesa da Evolução).

Em resposta a minhas dúvidas sobre a confirmação da teoria de Darwin, Futuyma passou rapidamente em revista as categorias tradicionais – paleontologia, biogeografia – e, em seguida, falou a respeito da genética moderna. Ele me mostrou seu exemplar, bastante anotado, da revista *Nature* de 15 de fevereiro de 2001, edição histórica, recheada de artigos que relatam e analisam os resultados do Projeto Genoma Humano. Depois, tirou da estante uma edição mais recente da revista, dedicada ao seqüenciamento do genoma de um camundongo, o *Mus musculus*. O título do editorial mais importante anunciava: “Biologia Humana por Outros Meios”. O esforço de seqüenciamento do camundongo, segundo os editores da *Nature*, havia revelado “cerca de 30 mil genes, 99% dos quais possuíam equivalentes diretos em seres humanos”.

A semelhança entre os nossos 30 mil genes humanos e os 30 mil dos camundongos, explicou, constitui outro tipo de homologia, como aquela entre mãos e patas com cinco dedos. É essa homologia genética que confere sentido à pesquisa biomédica baseada em ratos e outros animais, entre eles os chimpanzés, os quais (para azar deles) são nossos parentes vivos mais próximos. Nenhum aspecto das pesquisas biomédicas parece hoje mais urgente do que o estudo das doenças microbianas. E a dinâmica desses microorganismos nas populações e no corpo humano somente pode ser compreendida em termos evolutivos.

As terríveis enfermidades provocadas por micróbios incluem tanto as do tipo infeccioso (aids, ebola, sars), que se propagam pelo contato direto entre as pessoas, como aquelas que nos são transmitidas por insetos ou outros vetores (malária, doença do Nilo Ocidental). É a capacidade de rápida mutação por parte dos micróbios patogênicos que os torna tão perigosos e também o que dificulta e encarece o tratamento. Esses micróbios passam dos animais selvagens ou domésticos ao ser humano, adaptando-se continuamente a novas circunstâncias. Tal capacidade inata de mutação permite-lhes achar novas maneiras de enganar e derrotar o sistema imunológico. Graças à seleção natural, adquirem resistência aos medicamentos que poderiam destruí-los. Em suma, os microorganismos evoluem.

Não há evidência melhor a favor da teoria darwiniana do que esse processo de transformação forçada dos germes que são nossos inimigos. Um exemplo é a bactéria *Staphylococcus aureus*, em geral encontrada em hospitais, que provoca graves infecções, sobretudo em pacientes recém-operados. A penicilina, que se tornou disponível em 1943, revelou uma eficácia quase miraculosa no combate às infecções por estafilococos. Seu uso abriu nova fase na longa guerra entre os seres humanos e os micróbios patogênicos, uma fase na qual os seres humanos inventaram novas drogas letais e os micróbios encontraram novas maneiras de escapar à destruição. A extraordinária eficácia da penicilina, porém, durou pouco. Já em 1947 foram reconhecidas as primeiras estirpes resistentes de *Staphylococcus aureus*. Um novo medicamento anti-infeccioso, a metilina, foi introduzido na década de 1960, mas voltaram a surgir cepas resistentes e, na década de 1980, estas já eram as mais comuns. A vancomicina tornou-se então a grande arma contra o estafilococo, mas em 2002 apareceram as primeiras variedades resistentes à droga. As estirpes resistentes aos antibióticos constituem uma série evolucionária, em princípio não muito diversa daquela categoria de fósseis que marcam a evolução do cavalo, desde o *Hyracotherium* ao *Equus*. Elas fazem da evolução um problema concreto, tornando o combate aos estafilococos um desafio em termos de custos financeiro e humano.

O biólogo Stephen Palumbi estimou o custo do tratamento das infecções resistentes à penicilina e à metilina em cerca de 30 bilhões de dólares por ano – isso só nos Estados Unidos. “Os antibióticos exercem forte pressão evolutiva”, escreveu ele em 2003, “impelindo as bactérias infecciosas a desenvolver poderosas defesas contra todos os medicamentos, excetuando-se apenas os recém-lançados.” Como se pode constatar pelo DNA dessas bactérias que partilham o mesmo código genético de seres humanos, cavalos, peixes-bruxas e madressilvas, elas também são parte integrante do *continuum* da vida, todo ele modelado e diversificado pelas forças da evolução.

Até mesmo os vírus pertencem a esse *continuum*. Alguns deles evoluem aceleradamente; outros, de forma mais lenta. O HIV é um dos mais rápidos, pois seu próprio mecanismo de replicação envolve elevada taxa de mutações, e estas permitem-lhe adquirir

novas formas. Depois de apenas alguns anos de infecção e tratamento, cada portador de HIV passa a carregar uma versão singular do vírus. O isolamento no interior de uma pessoa infectada, associado a condições diversificadas e ao esforço de sobrevivência, obriga cada versão do HIV a evoluir de modo independente.

A percepção da rapidez com que o HIV adquire resistência às drogas antivirais, como o AZT, foi essencial na nova estratégia terapêutica que resultou no chamado “coquetel de drogas”. “Desde 1996, essa abordagem reduziu várias vezes as mortes devidas ao HIV” segundo Palumbi, “contribuindo para desacelerar a evolução da doença nos pacientes”.

Graças ao mesmo processo, também os insetos e as ervas daninhas tornam-se resistentes a inseticidas e herbicidas. À medida que nós, seres humanos, tentamos envenená-los, a evolução por meio da seleção natural transforma a população de mosquitos ou cardos em novos tipos de criaturas, menos vulneráveis àquelas substâncias específicas. E o mesmo ocorre toda vez que introduzimos novo veneno. É um esforço condenado de antemão ao fracasso. Até mesmo o DDT, a despeito de sua potência e dos efeitos duradouros nos ecossistemas, produziu moscas domésticas resistentes no prazo de uma década após sua descoberta, em 1939. Até 1990, mais de 500 espécies (entre as quais 114 tipos de pernilongo) haviam se tornado resistentes a pelo menos um tipo de pesticida. Com base nesses resultados indesejados, Stephen Palumbi comentou sombriamente que os seres humanos “talvez sejam a principal força da evolução no planeta”.

Em quase todos os seres vivos, a evolução ocorre devagar – em um ritmo lento demais para ser observado por qualquer cientista, mesmo que dedicasse toda a vida a observá-la. Mas a ciência funciona por inferência, não só por observação direta, e evidências obtidas por inferência não são menos conclusivas pelo fato de serem indiretas. Mesmo assim, os céticos em relação à teoria evolucionária perguntam: é possível ver o mecanismo evolutivo em ação? Pode ser observado na natureza? Pode ser medido em laboratório?

Sim, é possível. Peter e Rosemary Grant, dois pesquisadores britânicos que passaram décadas ali onde Darwin ficou algumas semanas, captaram um instantâneo da evolução com seus estudos de longo prazo sobre o tamanho do bico dos tentilhões em Galápagos. No laboratório, William R. Rice e George W. Salt alcançaram algo parecido por meio de um experimento que abrangia 35 gerações de uma mosquinha-das-frutas, a *Drosophila melanogaster*. O mesmo ocorreu com Richard E. Lenski e seus colegas na Universidade Estadual de Michigan, os quais estudaram 20 mil gerações no processo evolutivo da bactéria *Escherichia coli*. Tais estudos de campo e experimentos em laboratório comprovam a anagênese – a lenta mudança evolutiva no interior de uma única linhagem não dividida. Com boa dose de paciência, a evolução pode até ser vista como o deslocamento do ponteiro dos minutos em um relógio.

O processo de especiação, no qual uma linhagem se divide em duas espécies, é outra fase importante da mudança evolutiva, aquela que viabiliza a divergência entre as linhagens anunciada por Darwin. Esse mecanismo é mais raro e elusivo do que a anagênese. Muitas mutações individuais precisam se acumular (na maioria dos casos, pois há exceções entre as plantas) até que duas populações se tornem irremediavelmente separadas. O processo ocorre ao longo de milhares de gerações, mas pode terminar de modo abrupto – como uma porta que se fecha com estrondo –, após as derradeiras mudanças críticas. Nesse caso, a observação é mais difícil. Apesar dessa dificuldade, Rice e Salt parecem ter registrado um caso de especiação, ou quase conseguiram isso, em seu amplo experimento

com as mosquinhas-das-frutas. Partindo de um pequeno grupo de fêmeas impregnadas, obtiveram duas populações distintas de moscas, adaptadas a diferentes condições ambientais, as quais foram consideradas pelos pesquisadores como “espécies incipientes”.

Após conversar com Douglas Futuyma em Ann Arbor, passei duas horas no museu da universidade em companhia de Philip D. Gingerich, um paleontólogo conhecido por seu trabalho sobre os antepassados da baleia. Enquanto conversávamos, Gingerich conduziu-me por uma exposição de cetáceos antigos no segundo andar do museu. Andando por entre curiosos esqueletos que pareciam quase fantásticos (alguns pendurados no teto, outros em mostruários), ele apontou as características significativas e contou como haviam mudado as concepções sobre a evolução das baleias.

Desde o final da década de 1970, Gingerich vem colecionando fósseis das primeiras baleias, espécimes achados em remotas escavações no Egito e no Paquistão. Em colaboração com colegas paquistaneses, ele descobriu um mamífero terrestre de 50 milhões de anos, batizado de *Pakicetus*, cujos ossos dos ouvidos o vinculam à linhagem das baleias, ainda que possua um crânio quase canino. Um ex-aluno de Gingerich, Hans Thewissen, encontrou um espécime um pouco mais recente com pés palmados, membros inferiores adequados tanto para caminhar como para nadar e um comprido focinho dotado de dentes. Thewissen o batizou de *Ambulocetus natans*, “baleia que anda e nada”. Gingerich e sua equipe exumaram vários outros espécimes, entre os quais o *Rodhocetus balochistanensis*, um animal marinho com membros inferiores semelhantes a nadadeiras, narinas voltadas para trás no focinho, a meio caminho do respiradouro de uma baleia moderna. Com isso, foram sendo preenchidas as lacunas na seqüência de formas conhecidas. Gingerich contou-me que, durante esse processo, ele estava inclinado a acreditar que as baleias haviam descendido dos mesoniquídeos, um grupo de mamíferos carnívoros do Eoceno, equipados com dentes apropriados para a mastigação de carne e ossos. Bastavam mais alguns indícios, imaginava ele, para comprovar definitivamente tal vínculo. E, até o final da década de 1990, essa também era a opinião da maioria dos paleontólogos.

Os biólogos moleculares, porém, haviam se debruçado sobre a mesma questão e chegado a outra solução. A similaridade das baleias com esses carnívoros do Eoceno podia ser grande, mas era insuficiente. Testes de hibridização do DNA e de outros tipos sugeriam que, na realidade, elas descendiam dos artiodáctilos (ou seja, de herbívoros com dedos pares, como os antílopes e os hipopótamos), e não dos mesoniquídeos carnívoros.

No ano 2000, Gingerich iniciou uma escavação em novo sítio no Paquistão, e ali um de seus alunos achou um fragmento isolado de fóssil que alterou as concepções vigentes na paleontologia. Era a metade de um osso arredondado do tornozelo, conhecido como astrágalo ou tálus, pertencente a outra espécie de baleia. Um colega paquistanês encontrou a outra metade do osso. Quando Gingerich juntou os dois pedaços, percebeu que os biólogos moleculares estavam certos. Ali estava um osso de uma baleia com quatro membros inferiores que datava de 47 milhões de anos e era estreitamente assemelhado ao osso homólogo de um artiodáctilo. De repente, era evidente que ele próprio se enganara e que de fato havia estreita relação entre as baleias e os antílopes.

Esse é o modo que se supõe mais adequado para o avanço da ciência. As idéias surgem e desaparecem, sobrevivendo apenas as mais aptas. Em seu escritório, Phil Gingerich abriu uma gaveta de espécimes e pude ver alguns dos verdadeiros fósseis dos quais foram modelados os esqueletos em exibição. Ele colocou uma pequena

bolota óssea petrificada em minha mão. Era o famoso astrágalo, pertencente à espécie que acabou recebendo o nome de *Artiocetus clavis*.

Ao se despedir, Gingerich permitiu-se um comentário pessoal: “Eu cresci em uma comunidade religiosa e conservadora do meio-oeste americano e nunca me ensinaram nada sobre a evolução. Esse era um tema claramente evitado. Isso me ajuda a entender as pessoas que são céticas a respeito da teoria. Afinal, eu mesmo venho dessa tradição”. Ele partilha o mesmo instinto cético. Quando dizem que há conexão ancestral entre animais terrestres e baleias, sua reação é: “Talvez, talvez, mas antes me mostre as etapas intermediárias”. Gingerich tem veneração pelo empirismo – tal como Charles Darwin, que abandonou os estudos teológicos para engajar-se no Beagle, em uma viagem de pesquisa em torno do mundo, em vez de tornar-se pastor em uma pequena comunidade, e cuja grandiosa concepção da vida na Terra foi moldada por exaustiva atenção a fatos minúsculos. Gingerich apenas se dá por satisfeito quando se vê diante de dados concretos. Por isso, entusiasma-se tanto com o trabalho de exumar fósseis de baleias. Nos 30 anos que dedicou a essa atividade, já viu o suficiente para dar-se por satisfeito quanto à validade da teoria da evolução. Para Gingerich, ela própria é “uma experiência espiritual”.

“Todas as confirmações estão lá”, acrescenta. “Enterradas nas rochas antigas.”