

capítulo sobre
Equilíbrio pontuado

17 A natureza episódica da mudança evolutiva

Em 23 de novembro de 1859, dia anterior ao da publicação do seu livro revolucionário, Charles Darwin recebeu uma carta extraordinária do seu amigo Thomas Henry Huxley, oferecendo-lhe caloroso apoio no conflito que se aguardava e até mesmo o sacrifício supremo: “Estou preparado para me expor, se necessário ... estou afiando minhas garras em prontidão.” Mas a carta continha também um aviso: “Você arcou com uma dificuldade desnecessária ao adotar tão sem reservas o princípio de que *Natura non facit saltum*.”

A frase latina, usualmente atribuída a Lineu, afirma que “a natureza não dá saltos”. Darwin era um adepto estrito a esse velho mote. Como discípulo de Charles Lyell, o apóstolo do gradualismo na geologia, Darwin concebia a evolução como um processo solene e ordeiro, trabalhando a uma velocidade tão lenta que ninguém poderia ter esperança de observá-lo no espaço de uma vida. Antepassados e descendentes, argumentava Darwin, devem ser ligados por “elos de transição infinitamente numerosos” formando “os mais refinados passos graduados”. Só um imenso intervalo de tempo permitira a um processo tão moroso realizar tanto.

Huxley sentia que Darwin estava cavando uma sepultura para sua própria teoria. A seleção natural não requeria qualquer postulando quanto às taxas: podia operar igualmente bem se a evolução prosseguisse com rapidez. O caminho à frente já era suficientemente pedregoso; por que ligar a teoria da seleção natural a uma suposição desnecessária e, ao mesmo tempo, provavelmente falsa? O registro fóssil não oferecia qualquer apoio à mudança gradual: faunas inteiras tinham sido erradicadas durante intervalos de tempo extremamente curtos. As novas espécies apareceram no registro fóssil quase sempre de maneira abrupta, sem elos intermediários aos antepassados nas rochas mais velhas da mesma região. A evolução, acreditava Huxley, podia operar tão rapidamente, que o lento e irregular processo da sedimentação raramente a apanharia em ação.

O conflito entre os partidários da mudança rápida e os adeptos da mudança gradual fora particularmente intenso nos círculos geológicos durante os anos do aprendizado científico de Darwin. Não sei

por que Darwin escolheu seguir Lyell e o gradualismo tão estritamente, mas estou certo de uma coisa: a preferência por um ponto de vista ou outro não tinha nada a ver com uma percepção superior das informações empíricas. Sobre essa questão, a natureza fala (e continua a falar) através de vozes múltiplas e abafadas. As preferências culturais e metodológicas tinham tanta influência sobre qualquer decisão como as restrições impostas pelos dados.

Em questões tão fundamentais como a filosofia geral da mudança, a ciência e a sociedade geralmente trabalham de mãos dadas. Os sistemas estáticos das monarquias européias ganharam o apoio de legiões de acadêmicos como personificação da lei natural. Por exemplo, Alexander Pope escreveu:

Order is Heaven's first law; and this confessed,
Some are, and must be, greater than the rest¹.

À medida que as monarquias caíram e o século XVII acabou numa era de revoluções, os cientistas começaram a ver a mudança como um componente normal da ordem universal, não tão aberrante e excepcional quanto se julgava. Os acadêmicos transferiram então para a natureza o programa liberal de mudança lenta e ordenada que advogaram para a transformação social da sociedade humana. Para muitos cientistas, os cataclismos naturais pareciam tão ameaçadores como o reinado do terror que levava seu grande colega Lavoisier.

No entanto, o registro geológico parecia evidenciar tanto a mudança cataclísmica como a gradual. Por esse motivo, ao defender o gradualismo como um andamento quase universal, Darwin teve de usar o método de argumentação mais característico de Lyell — teve de rejeitar a aparência literal e o senso comum em favor de uma “realidade” subjacente. (Ao contrário dos mitos populares, Darwin e Lyell não eram heróis da ciência verdadeira, defendendo a objetividade contra as fantasias teológicas de “catastrofistas” como Cuvier e Buckland. Os catastrofistas estavam tão comprometidos com a ciência como qualquer gradualista; de fato, adotaram a visão, mais “objetiva”, de que deveríamos acreditar no que vemos e não intercalar pedaços desaparecidos de um registro gradual num relato literal de mudança rápida.) Em suma, Darwin argumentava que o registro geológico era excessivamente imperfeito — um livro a que restavam poucas páginas, poucas linhas em cada página e poucas palavras em ca-

1. A ordem é a primeira lei do firmamento; e isto implica
Que alguns são, e têm de ser, maiores que os restantes.

da linha. Não vemos mudança evolutiva lenta no registro fóssil porque estudamos apenas um passo em milhares. A mudança parece ser abrupta porque faltam os passos intermédios.

A extrema raridade das formas de transição no registro fóssil persiste como “segredo do negócio” da paleontologia. As árvores evolutivas que adornam nossos manuais têm dados apenas nas pontas e nos nodos dos seus ramos; o resto, por mais razoável que seja, é inferência, e não evidência de fósseis. No entanto, Darwin aferrou-se tanto ao gradualismo, que comprometeu toda a sua teoria numa negação desse registro literal:

O registro geológico é extremamente imperfeito e esse fato explica em larga medida por que não encontramos variedades intermináveis ligando entre si todas as formas de vida, extintas ou existentes, pelos mais refinados passos graduados. Aquele que rejeitar essas idéias sobre a natureza do registro geológico rejeitará certamente toda a minha teoria.

O argumento de Darwin ainda persiste como a escapatória favorita de muitos paleontólogos ao embaraço de um registro que parece mostrar, diretamente, tão pouco da evolução. Ao expor as raízes culturais e metodológicas do gradualismo, não desejo de maneira alguma impugnar sua validade potencial (porque todas as idéias gerais têm raízes semelhantes); desejo apenas apontar que ele nunca foi “visto” nas rochas.

Os paleontólogos têm pago um preço exorbitante pelo argumento de Darwin. Julgamo-nos os únicos verdadeiros estudiosos da história da vida; no entanto, para preservar nosso relato favorito da evolução pela seleção natural, consideramos os nossos dados tão maus que quase nunca enxergamos o próprio processo que alegamos estudar.

Há vários anos que Niles Eldredge, do Museu Americano de História Natural, e eu advogamos uma solução para esse desconfortável paradoxo. Acreditamos que Huxley tinha razão no seu aviso: a moderna teoria da evolução não exige mudança gradual. De fato, a operação dos processos darwinianos deverá ser tida exatamente como aquilo que vemos no registro fóssil; é portanto o gradualismo, e não o darwinismo, que devemos rejeitar.

A história de muitas espécies fósseis inclui duas características particularmente incoerentes com o gradualismo:

1. *Estase*. Muitas espécies não exibem qualquer mudança direcional durante sua estada na Terra; aparecem no registro fóssil com um aspecto muito semelhante ao que tinham quando se extinguíram; a mudança morfológica é geralmente limitada e sem direção.

2. *Aparecimento súbito*. Em qualquer área restrita, uma espécie não surge gradualmente pela transformação contínua dos seus antepassados, mas sim de uma vez só e “completamente formada”.

A evolução opera de dois modos principais. No primeiro, o da transformação filética, uma população inteira muda de um estado para outro. Se todas as mudanças evolutivas tivessem ocorrido dessa forma, a vida não teria persistido por tanto tempo. A evolução filética não produz nenhum aumento em termos de diversidade, apenas a transformação de uma coisa em outra. Já que a extinção (por extinção, e não por evolução para outra coisa) é tão comum, um biota sem mecanismos para aumentar a diversidade logo seria aniquilado. O segundo modo, a *especiação*, repovoa a Terra. Novas espécies despontam a partir de um tronco paterno persistente.

Darwin certamente conheceu e discutiu o processo da especiação, mas ele coloca sua discussão da mudança evolutiva quase totalmente no molde da transformação filética. Nesse contexto, os fenômenos de estase e de aparecimento súbito dificilmente poderiam ser atribuídos a outra coisa que não fosse uma imperfeição do registro; porque, se as novas espécies surgem pela transformação de populações ancestrais inteiras, e se nós quase nunca vemos a transformação (porque as espécies são essencialmente estáticas ao longo de sua expansão), então nosso registro deve ser irremediavelmente incompleto.

Eldredge e eu acreditamos que a especiação é responsável por quase toda a mudança evolutiva. Mais ainda, o modo como ocorre garante virtualmente que o aparecimento súbito e a estase deverão dominar o registro fóssil.

Todas as principais teorias da especiação sustentam que o desdobramento se processa rapidamente em populações muito pequenas. A teoria da especiação geográfica ou alopátrica é a preferida por numerosos evolucionistas para muitas situações (“alopátrico” significa “em outro local”)². Uma nova espécie pode surgir quando se isola um

2. Este ensaio foi escrito em 1977 e desde então as opiniões mudaram um pouco na biologia evolucionária. A ortodoxia alopátrica perdeu terreno a favor de diversos mecanismos de especiação simpátrica, isto é, especiação em que novas formas surgem na área geográfica dos seus antepassados. Esses mecanismos simpátricos cumprem as duas condições que Eldredge e eu impomos ao nosso modelo do registro fóssil — origem *rápida* numa população *pequena*. De fato, tais mecanismos geralmente admitem grupos menores e mudanças mais rápidas do que advoga a alopatria convencional (sobretudo porque os grupos em contato potencial com seus antepassados devem mover-se rapidamente em direção ao isolamento reprodutivo, para evitar que suas variantes favoráveis se diluam nos cruzamentos com as formas paternas, mais numerosas). Ver White (1978) para uma discussão exaustiva dos modelos simpátricos.

pequeno segmento de uma população ancestral na periferia do território ancestral. As grandes populações centrais estáveis exercem uma forte influência homogeneizante. Mutações novas e favoráveis são diluídas pela amplitude da população onde vem se espalhar. Podem desenvolver-se com lentidão, mas os ambientes em mudança cancelam geralmente seu valor seletivo muito antes de atingirem a fixação. Assim, as transformações filéticas em grandes populações seriam muito raras, tal como revela o registro fóssil.

Mas os pequenos grupos periféricamente isolados são separados do seu tronco paterno. Vivem como pequenas populações em recantos geográficos do território ancestral. Ai as pressões seletivas são geralmente intensas, porque as periferias marcam o limiar da tolerância ecológica para as formas ancestrais. Assim, as variações favoráveis espalham-se com rapidez. Os isolados pequenos e periféricos são laboratórios da mudança evolutiva.

Que deveria o registro fóssil incluir se grande parte da evolução ocorre por especiação em isolados periféricos? As espécies deveriam ser estáticas ao longo de sua expansão, porque nossos fósseis são os remanescentes de grandes populações centrais. Em qualquer área habitada por antepassados, uma espécie descendente deveria aparecer subitamente, por migração a partir da região periférica na qual se desenvolveu. Na própria região periférica poderíamos encontrar provas diretas da especiação, mas essa boa sorte seria rara, porque o evento ocorre muito rapidamente numa população muito pequena. Assim, o registro fóssil é uma tradução fiel daquilo que a teoria evolucionista prediz, e não um lamentável vestígio de uma história que já foi pródiga.

Eldredge e eu referimo-nos a esse esquema como o modelo dos *equilíbrios pontuados*. As linhagens mudam pouco durante a maior parte da sua história, mas eventos de especiação rápida ocasionalmente pontuam essa tranquilidade. A evolução é a sobrevivência diferencial e o desdobramento dessas pontuações. (Ao descrever como muito rápido a especiação de isolados periféricos, falo como geólogo. O processo pode demorar centenas e até milhares de anos; poderíamos não ver nada se passássemos a vida inteira vigiando a especiação de abelhas numa árvore. Mas mil anos constituem uma fração ínfima da duração média de muitas espécies fósseis invertebradas — 5 a 10 milhões de anos. Os geólogos só raramente conseguem decompor um intervalo tão curto; tendemos a tratá-lo como um momento.)

Se o gradualismo é mais um produto do pensamento ocidental do que um fato da natureza, então deveríamos considerar filosofias

alternativas de mudança para ampliar o nosso universo de preconceitos constrangedores. Na União Soviética, por exemplo, os cientistas são treinados numa filosofia de mudança muito diferente — as denominadas “leis dialéticas”, reformuladas por Engels a partir da filosofia de Hegel. As leis dialéticas são explicitamente pontuativas; falam, por exemplo, da “transformação da quantidade em qualidade”. Isso pode parecer um pouco sem sentido, mas sugere que a mudança ocorre em saltos largos, que se seguem a uma lenta acumulação de tensões a que um sistema resiste até alcançar o ponto de ruptura. Aqueçam a água e ela acabará fervendo. Oprimam os operários cada vez mais e provocarão a revolução. Eldredge e eu ficamos fascinados ao saber que muitos paleontólogos russos defendem um modelo semelhante ao nosso equilíbrio pontuado.

Não afirmo enfaticamente a “verdade” geral dessa filosofia da mudança pontuativa. Qualquer tentativa para apoiar a validade exclusiva de uma noção tão grandiosa correria o risco de perder o sentido. O gradualismo às vezes trabalha bem. (Frequentemente sobrevôo os enrugados Apalaches e fico maravilhado com os cumes impressionantemente paralelos produzidos pela erosão gradual das rochas menos duras que os rodeiam.) Faço um simples apelo a favor do pluralismo nas filosofias que nos conduzem e do reconhecimento de que essas filosofias, por mais escondidas e desarticuladas que sejam, constroem todo o nosso pensamento. As leis dialéticas exprimem muito abertamente uma ideologia; a preferência ocidental pelo gradualismo faz o mesmo, de maneira mais sutil.

Apesar disso, confessarei minha crença pessoal de que uma visão pontuativa poderá provar ser mais acurada e eficaz na marcação do ritmo da mudança biológica e geológica que suas rivais — e apenas porque os sistemas complexos em estado estacionário são ao mesmo tempo comuns e altamente resistentes à mudança. Como escreve meu colega Derek V. Ager, geólogo britânico, em apoio à visão pontuativa da mudança geológica: “A história de qualquer parte da Terra, como a vida de um soldado, consiste em longos períodos de aborrecimento e curtos períodos de terror.”