

# A DÚVIDA DE DARWIN

A ORIGEM EXPLOSIVA DA VIDA ANIMAL  
E A IDEIA DO DESIGN INTELIGENTE

Stephen C. Meyer



ALTA CULT  
EDITORA

Rio de Janeiro, 2022

# SUMÁRIO

<i>Agradecimentos</i>	<i>v</i>
<i>Prólogo</i>	<i>vii</i>

## PARTE UM

### O MISTÉRIO DOS FÓSSEIS PERDIDOS

1	Nêmesis de Darwin	3
2	O bestiário de Burgess	25
3	Corpos moles e fatos duros	49
4	Os fósseis que <i>não</i> estão desaparecidos?	75
5	Os genes contam a história?	95
6	A árvore da vida animal	111
7	Punk eek!	133

## PARTE DOIS

### COMO CONSTRUIR UM ANIMAL

8	A explosão de informação cambriana	151
9	Inflação combinatória	165
10	A origem dos genes e proteínas	181
11	Assumir um gene	203
12	Adaptações complexas e a matemática neodarwiniana	223
13	A origem dos planos corporais	247
14	A revolução epigenética	263

**PARTE TRÊS**  
**APÓS DARWIN, O QUÊ?**

15	O mundo pós-darwiniano e a auto-organização	281
16	Outros modelos pós-neodarwinianos	301
17	A possibilidade de design inteligente	325
18	Sinais de design na explosão cambriana	341
19	As regras da ciência	369
20	O que está em jogo	389
	<i>Notas</i>	399
	<i>Bibliografia</i>	449
	<i>Créditos e permissões</i>	481
	<i>Índice</i>	491

AMOSTRA

# AGRADECIMENTOS

Embora eu não seja um biólogo, mas um filósofo da biologia, tenho a sorte de supervisionar uma pesquisa científica interdisciplinar dedicada, que me dá uma visão panorâmica de algumas descobertas de ponta e *insights* de alguns cientistas excepcionais. Com isso em mente, gostaria de agradecer aos meus colegas do Discovery Institute e Biologic Institute, em particular Paul Nelson, Douglas Axe, Jonathan Wells, Michael Behe, Ann Gauger, Richard Sternberg, Paul Chien e Casey Luskin, cuja pesquisa tornou possível o argumento deste livro. Gostaria de agradecer especialmente a Paul Nelson por sua ajuda na redação dos Capítulos 6 e 13, versões expandidas dos textos que planejamos publicar em conjunto como artigos técnicos. Além disso, Casey Luskin, coordenador de pesquisa do Discovery, repetidamente deu tudo de si com seu comprometimento e habilidoso trabalho neste livro. Também gostaria de agradecer aos dois biólogos anônimos e dois paleontólogos, que deram tanta atenção ao aprimoramento do rigor e da precisão científica do manuscrito durante o processo de revisão em pares. Também gostaria de expressar meus agradecimentos a Paul Chien, Marcus Ross e Paul Nelson pela pesquisa que fizeram em apoio ao nosso artigo de 2003 “The Cambrian Explosion: Biology’s Big Bang” [A Explosão Cambriana: Big Bang da Biologia, em tradução livre], que forneceu suporte para o argumento desenvolvido aqui de uma forma muito expandida.

Além disso, agradeço profundamente o trabalho dos escritores e editores do nosso Discovery Institute, Jonathan Witt, David Klinghoffer, Bruce Chapman e Elaine Meyer, que tornaram este manuscrito infinitamente mais legível. Jonathan Witt merece menção especial por me ajudar a lançar este projeto e por sua ajuda no desenvolvimento de elementos de narrativa e ideias. Gostaria de agradecer ao meu assistente Andrew McDiarmid, por seu trabalho diligente na bibliografia e no gerenciamento do fluxo de informações. E não há como agradecer a Ray Braun o suficiente por sua bela obra de arte. Por fim, gostaria de expressar minha gratidão às boas pessoas na Harper: Lisa Zuniga, por sua coordenação e habilidade excepcionais em conduzir o livro pelo processo de produção; Ann Moru, por sua revisão especializada; e ao meu editor sênior Roger Freet, por sua visão, paciência e orientação estratégica incomum.

# PRÓLOGO

Hoje, quando as pessoas ouvem o termo “revolução da informação”, normalmente pensam em chips de silício e código de software, telefones celulares e supercomputadores. Elas raramente pensam em minúsculos organismos unicelulares ou no surgimento da vida animal. Mas, enquanto escrevo essas palavras no verão de 2012, estou sentado no final de uma estreita rua medieval em Cambridge, Inglaterra, onde mais de meio século atrás uma revolução da informação de longo alcance começou na biologia. Esta revolução foi lançada por um improvável, mas agora imortalizado par de cientistas, Francis Crick e James Watson. Desde meu tempo como estudante de Ph.D. em Cambridge no final da década de 1980, fiquei fascinado com a maneira como a descoberta deles transformou nossa compreensão da natureza da vida. Na verdade, desde a década de 1950, quando Watson e Crick iluminaram pela primeira vez a estrutura química e as propriedades portadoras de informações do DNA, os biólogos passaram a compreender que os seres vivos, tanto quanto os dispositivos de alta tecnologia, dependem de informações digitais, informações que, no caso da vida, são armazenadas em um código químico de quatro caracteres embutido na figura retorcida de uma dupla hélice.

Devido à importância da informação para os seres vivos, agora se tornou aparente que muitas “revoluções da informação” distintas ocorreram na história da vida, não revoluções de descoberta ou invenção humana, mas revoluções envolvendo aumentos dramáticos na informação presente dentro do próprio mundo vivo. Os cientistas agora sabem que construir um organismo vivo requer informações, e construir uma forma de vida fundamentalmente nova a partir de uma forma de vida mais simples requer uma quantidade imensa de *novas* informações. Assim, onde quer que o registro fóssil ateste a origem de uma forma completamente nova de vida animal, uma palpitação de inovação biológica, ele também atesta um aumento significativo no conteúdo de informação da biosfera.

Em 2009, escrevi um livro chamado *Signature in the Cell* [Assinatura na Célula, em tradução livre] sobre a primeira “revolução da informação” na história da vida, aquela que ocorreu com a origem da primeira vida na Terra. Meu livro descreveu como as descobertas em biologia molecular durante os anos 1950 e

1960 estabeleceram que o DNA contém informações em forma digital, com suas quatro subunidades químicas (chamadas bases de nucleotídeos) funcionando como letras em uma linguagem escrita ou símbolos em um código de computador. E a biologia molecular também revelou que as células empregam um sistema complexo de processamento de informações para acessar e expressar as informações armazenadas no DNA à medida que usam essas informações para construir as proteínas e as máquinas de proteínas de que precisam para permanecerem vivas. Os cientistas que tentam explicar a origem da vida devem explicar como surgiram as moléculas ricas em informações e o sistema de processamento de informações da célula.

O tipo de informação presente nas células vivas, isto é, informação “especificada” em que a sequência de caracteres é importante para a função da sequência como um todo, gerou um grande mistério. Nenhum processo físico ou químico não direcionado demonstrou a capacidade de produzir informações especificadas a partir de precursores “puramente físicos ou químicos”. Por essa razão, as teorias da evolução química não conseguiram resolver o mistério da origem da primeira vida, uma afirmação que agora poucos teóricos evolucionistas convencionais contestam.

Em *Signature in the Cell*, não apenas relatei o conhecido impasse nos estudos sobre a origem da vida; também defendi a teoria do design inteligente. Embora não saibamos de uma causa *material* que gere código digital funcional a partir de precursores físicos ou químicos, sabemos, com base em nossa experiência uniforme e repetida, de um tipo de causa que demonstrou o poder de produzir esse tipo de informação. Essa causa é a *inteligência* ou *mente*. Como observou o teórico da informação Henry Quastler, “A criação de informação está habitualmente associada à atividade consciente”.<sup>1</sup> Sempre que encontramos informações funcionais, seja embutido em um sinal de rádio, esculpido em um monumento de pedra, gravado em um disco magnético ou produzido por um cientista da origem da vida tentando criar uma molécula autorreplicante, e rastreamos essa informação de volta até sua fonte original, invariavelmente chegamos a uma mente, não apenas um processo material. Por essa razão, a descoberta da informação digital mesmo nas células vivas mais simples indica a atividade prévia de uma inteligência projetista em ação na origem da primeira vida.

Meu livro foi controverso, mas de uma forma inesperada. Embora eu tenha declarado claramente que estava escrevendo sobre a origem da *primeira* vida e sobre as teorias da evolução química que tentam explicá-la a partir de produtos químicos preexistentes mais simples, muitos críticos responderam como se eu tivesse escrito outro livro complementante diferente. Na verdade, poucos tentaram refutar a real tese do meu livro de que o design inteligente fornece a melhor

explicação para a origem da informação necessária para produzir a primeira vida. Em vez disso, a maioria criticou o livro como se ele tivesse apresentado uma crítica às teorias neodarwinianas padrões da *evolução biológica*, teorias que tentam explicar a origem de *novas* formas de vida a partir de formas *preexistentes* mais simples. Assim, para refutar minha afirmação de que nenhum processo evolutivo químico havia demonstrado o poder de explicar a origem *real* da informação no DNA (ou RNA) necessária para produzir vida a partir de produtos químicos preexistentes mais simples em primeiro lugar, muitos críticos citaram processos em funcionamento em organismos *já vivos*, em particular, o processo de seleção natural agindo em mutações aleatórias em seções *já existentes de DNA rico em informações*. Em outras palavras, esses críticos citaram um processo não direcionado que atua no DNA rico em informações preexistentes para refutar meu argumento sobre os processos materiais não direcionados não serem capazes de produzir informação no DNA em primeiro lugar.<sup>2</sup>

Por exemplo, o eminente biólogo evolucionário Francisco Ayala tentou refutar o *Signature* argumentando que as evidências do DNA de humanos e primatas inferiores mostraram que os genomas desses organismos surgiram como resultado de um processo não guiado, em vez de projetado de forma inteligente, mesmo que meu livro não tenha abordado a questão da evolução humana ou tentado explicar a origem do genoma humano, e mesmo que o processo ao qual Ayala aludiu claramente pressupõe a existência de outro genoma rico em informações em algum hipotético primata inferior.<sup>3</sup>

Outras discussões em torno do livro citaram o sistema imunológico dos mamíferos como um exemplo do poder da seleção natural e da mutação para gerar novas informações biológicas, mesmo que o sistema imunológico dos mamíferos só possa realizar as maravilhas que faz porque seus hospedeiros mamíferos já estão vivos, e até embora o sistema imunológico dos mamíferos dependa de uma forma elaboradamente *pré-programada* de capacidade adaptativa rica em informações genéticas, uma forma que surgiu muito depois da origem da primeira vida. Outro crítico manteve firmemente que “o principal argumento de Meyer” diz respeito à “incapacidade de mutação aleatória e seleção *para adicionar* informações ao DNA [preexistente]”<sup>4</sup> e, conseqüentemente, tentou refutar a suposta crítica do livro ao mecanismo neodarwiniano de evolução biológica.

Achei isso tudo um pouco surreal, como se tivesse entrado em um capítulo perdido de um romance de Kafka. O *Signature in the Cell* simplesmente não criticou a teoria da evolução biológica, nem questionou se a mutação e a seleção poderiam *adicionar* novas informações ao DNA rico em informações preexistentes. Insinuar o contrário, como muitos de meus críticos fizeram, era simplesmente criar um argumento fraco, apenas para ser refutado.

Para aqueles que não estão familiarizados com os problemas específicos enfrentados pelos cientistas que tentam explicar a origem da vida, pode não parecer óbvio por que invocar a seleção natural não ajuda a explicar a origem da primeira vida. Afinal, se a seleção natural e as mutações aleatórias podem gerar novas informações em organismos vivos, por que também não podem fazê-lo em um ambiente pré-biótico? Mas a distinção entre um contexto biológico e pré-biótico foi crucialmente importante para o meu argumento. A seleção natural pressupõe a existência de organismos vivos com capacidade de reprodução. No entanto, a autorreplacação em todas as células existentes depende de proteínas e ácidos nucleicos ricos em informações (DNA e RNA), e a origem dessas moléculas ricas em informações é precisamente o que a pesquisa sobre a origem da vida precisa explicar. É por isso que Theodosius Dobzhansky, um dos fundadores da síntese neodarwiniana moderna, pode afirmar categoricamente: “A seleção natural pré-biológica é uma contradição em termos”.<sup>5</sup> Ou, como explica o biólogo molecular vencedor do Prêmio Nobel e pesquisador da origem da vida Christian de Duve, as teorias da seleção natural pré-biótica falham porque “precisam de informações que implicam em pressupor o que deve ser explicado em primeiro lugar”.<sup>6</sup> Claramente, não é suficiente invocar um processo que começa apenas depois que a vida começou, ou depois que a informação biológica surgiu, para explicar a origem da vida ou a origem da informação necessária para produzi-la.

Apesar de tudo isso, há muito tempo estou ciente de fortes razões para duvidar de que a mutação e a seleção possam adicionar novas informações *suficientes* e do tipo certo para explicar as inovações em grande escala, ou “macroevolucionárias”, as várias revoluções da informação que ocorreram depois da origem da vida. Por essa razão, achei cada vez mais tedioso ter de conceder, mesmo que apenas para fins de argumentação, a substância das afirmações que acredito que provavelmente são falsas.

E assim a repetida insistência de meus críticos valeu a pena. Embora eu não tenha escrito o livro ou argumentado o que muitos de meus críticos criticaram ao responder a *Signature in the Cell*, decidi escrever esse livro. E este é esse livro.

Claro, teria sido mais seguro deixar tudo do jeito que estava. Muitos biólogos evolucionistas agora reconhecem de má vontade que nenhuma teoria da evolução química ofereceu uma explicação adequada da origem da vida ou da origem real da informação necessária para produzi-la. Por que insistir em um ponto que você nunca defendeu?

Porque, apesar da impressão generalizada, veiculada por livros, mídia popular e porta-vozes da ciência oficial, sugerir o contrário, a teoria neodarwiniana ortodoxa da evolução biológica atingiu um impasse quase tão grande

quanto aquele enfrentado pela teoria da evolução química. Figuras importantes em várias subdisciplinas da biologia — biologia celular, biologia do desenvolvimento, biologia molecular, paleontologia e até mesmo biologia evolutiva — agora criticam abertamente os princípios-chave da versão moderna da teoria darwiniana na literatura técnica revisada por seus pares. Desde 1980, quando o paleontólogo Stephen Jay Gould de Harvard declarou que o neodarwinismo “está efetivamente morto, apesar de sua persistência como ortodoxia de livro didático”,<sup>7</sup> o peso da opinião crítica em biologia tem crescido constantemente a cada ano que passa.

Um fluxo constante de artigos técnicos e livros lançou novas dúvidas sobre o poder criativo do mecanismo de mutação e seleção.<sup>8</sup> Essas dúvidas estão tão bem estabelecidas que os teóricos evolucionistas proeminentes devem agora assegurar periodicamente ao público, como fez o biólogo Douglas Futuyma, de que “só porque não sabemos *como* a evolução ocorreu, não justifica a dúvida sobre *se* ela ocorreu”.<sup>9</sup> Alguns importantes biólogos evolucionistas, especialmente aqueles associados a um grupo de cientistas conhecido como “Altenberg 16”, estão clamando abertamente por uma nova teoria da evolução, porque duvidam do poder criativo do mecanismo de mutação e seleção natural.<sup>10</sup>

O problema fundamental que confronta o neodarwinismo, como acontece com a teoria da evolução química, é o problema da origem de novas informações biológicas. Embora os neodarwinistas muitas vezes descartem o problema da origem da vida como uma anomalia isolada, os principais teóricos reconhecem que o neodarwinismo também falhou em explicar a fonte da nova variação, sem a qual a seleção natural nada pode fazer, um problema equivalente ao problema da origem da informação biológica. Na verdade, o problema da origem da informação está na raiz de uma série de outros problemas reconhecidos na teoria darwiniana contemporânea, desde a origem de novos planos corporais até a origem de estruturas e sistemas complexos, como asas, penas, olhos, ecolocalização, coagulação do sangue, máquinas moleculares, óvulo amniótico, pele, sistema nervoso e multicelularidade, para citar apenas alguns.

Ao mesmo tempo, os exemplos clássicos que ilustram as proezas da seleção natural e mutações aleatórias não envolvem a criação de informações genéticas. Por exemplo, muitos textos de biologia falam sobre os famosos tentilhões das Ilhas Galápagos, cujos bicos variaram em forma e comprimento ao longo do tempo. Eles também citam como as populações de mariposas na Inglaterra escureceram e depois clarearam em resposta a vários níveis de poluição industrial. Esses episódios são frequentemente apresentados como evidências conclusivas do poder da evolução. E de fato são, dependendo de como se define “evolução”. Esse termo tem muitos significados e poucos livros didáticos de

biologia os distinguem. “Evolução” pode se referir a qualquer coisa, desde uma mudança cíclica trivial dentro dos limites de um pool de genes preexistentes, até a criação de uma estrutura e informação genética inteiramente nova como resultado da seleção natural agindo em mutações aleatórias. Como vários biólogos ilustres explicaram em artigos técnicos recentes, a mudança em pequena escala ou “microevolutiva” não pode ser extrapolada para explicar a inovação em grande escala ou “macroevolutiva”.<sup>11</sup> Na maioria das vezes, as mudanças microevolutivas (como variação na cor ou forma) apenas utilizam ou expressam a informação genética existente, enquanto as mudanças macroevolutivas necessárias para montar novos órgãos ou planos corporais inteiros requerem a criação de informações inteiramente novas. Como um número crescente de biólogos evolucionistas notou, a seleção natural explica “apenas a sobrevivência do mais apto, não a chegada ao mais apto”.<sup>12</sup> A literatura técnica em biologia agora está repleta de biólogos de classe mundial<sup>13</sup> expressando rotineiramente dúvidas sobre vários aspectos da teoria neodarwiniana, e especialmente sobre seu princípio central, isto é, o alegado poder criativo do mecanismo de seleção natural e mutação.

No entanto, a teoria continua sendo popularmente defendida com força, raramente, se é que alguma vez, reconhecendo o crescente corpo de opiniões científicas críticas sobre a posição da teoria. Raras vezes houve tamanha disparidade entre a percepção popular de uma teoria e sua posição real na literatura científica revisada por pares. Hoje o neodarwinismo moderno parece gozar de aclamação quase universal entre jornalistas científicos, blogueiros, escritores de livros de biologia e outros porta-vozes populares da ciência como a grande teoria unificadora de toda a biologia. Os livros didáticos do ensino médio e superior apresentam seus princípios sem qualificação e não reconhecem a existência de qualquer crítica científica significativa a seu respeito. Ao mesmo tempo, organizações científicas oficiais, como a National Academy of Sciences (NAS), a American Association for the Advancement of Sciences (AAAS) e a National Association of Biology Teachers (NABT), garantem rotineiramente ao público que a versão da teoria darwiniana goza de apoio inequívoco entre cientistas qualificados e que a evidência da biologia apoia esmagadoramente a teoria. Por exemplo, em 2006, a AAAS declarou: “Não há controvérsia significativa dentro da comunidade científica sobre a validade da teoria da evolução.”<sup>14</sup> A mídia obedientemente ecoa esses pronunciamentos. Como afirmou a escritora científica do *New York Times*, Cornelia Dean, em 2007: “Não há desafio científico crível para a teoria da evolução como uma explicação para a complexidade e diversidade da vida na Terra.”<sup>15</sup>

A extensão da disparidade entre as representações populares do status da teoria e seu status real, conforme indicado nas revistas técnicas revisadas por pares, me veio à mente com particular pungência enquanto eu me preparava para depor perante o Texas State Board of Education em 2009. Na época, o conselho estava considerando a adoção de uma provisão em seus padrões de ensino de ciências que incentivaria os professores a informar os alunos sobre os pontos fortes e fracos das teorias científicas. Essa provisão se tornou uma batata quente política depois que vários grupos afirmaram que “ensinar os pontos fortes e fracos” eram palavras-código para o criacionismo bíblico ou para remover o ensino da teoria da evolução do currículo. No entanto, depois que os defensores da provisão insistiram que ela não sancionava o ensino do criacionismo nem censurava a teoria evolucionária, os oponentes da provisão mudaram seu alvo. Eles atacaram a provisão, insistindo que não havia necessidade de considerar as fraquezas da teoria evolucionária moderna porque, como Eugenie Scott, porta-voz do Centro Nacional de Educação em Ciências, insistiu no *The Dallas Morning News*: “Não há fraquezas na teoria da evolução.”<sup>16</sup>

Ao mesmo tempo, eu estava preparando uma pasta com cem artigos científicos revisados por pares nos quais biólogos descreveram problemas significativos com a teoria, uma pasta que foi mais tarde apresentada ao conselho durante meu depoimento. Portanto, eu sabia, inequivocamente, que a Dra. Scott estava deturpando o status da opinião científica sobre a teoria na literatura científica relevante. Eu também sabia que suas tentativas de evitar que os alunos ouvissem sobre problemas significativos com a teoria da evolução provavelmente teriam deixado o próprio Charles Darwin desconfortável. Em *A Origem das Espécies*, Darwin reconheceu abertamente importantes fraquezas em sua teoria e manifestou suas próprias dúvidas sobre os principais aspectos dela. No entanto, hoje em dia os defensores públicos de um currículo de ciências apenas abordando Darwin aparentemente não querem essas, ou quaisquer outras dúvidas científicas sobre a teoria darwiniana contemporânea, sendo relatadas aos alunos.

Este livro aborda a dúvida mais significativa de Darwin e o que ela se tornou. Ele examina um evento durante um período remoto da história geológica em que numerosas formas animais parecem ter surgido repentinamente e sem precursores evolutivos no registro fóssil, um evento misterioso comumente referido como a “explosão Cambriana”. Como reconheceu em *A Origem*, Darwin viu esse evento como uma anomalia preocupante, uma que ele esperava que futuras descobertas fósseis acabassem por eliminar.

O livro está dividido em três partes principais. A primeira parte, “O Mistério dos Fósseis Perdidos”, descreve o problema que gerou a dúvida de Darwin, os

ancestrais perdidos dos animais Cambrianos no registro fóssil Pré-cambriano existente, e depois conta a história das sucessivas tentativas, sem sucesso, que biólogos e paleontólogos realizaram para resolver esse mistério.

A Parte Dois, “Como Construir um Animal”, explica por que a descoberta da importância da informação para os sistemas vivos agravou ainda mais o mistério da explosão Cambriana. Os biólogos agora sabem que a explosão Cambriana não apenas representa uma explosão de novas formas e estruturas animais, mas também de informações, que foi, de fato, uma das mais significativas “revoluções da informação” na história da vida. A Parte Dois examina o problema de explicar como o mecanismo não guiado de seleção natural e mutações aleatórias poderia ter produzido a *informação* biológica necessária para construir as formas dos animais Cambrianos. Este grupo de capítulos explica por que tantos biólogos importantes agora duvidam do poder criativo do mecanismo neodarwiniano e apresenta quatro críticas rigorosas do mecanismo com base em pesquisas biológicas recentes.

A Parte Três, “Depois de Darwin, o quê?”, avalia as teorias evolucionárias mais atuais para analisar se alguma delas explica a origem da forma e da informação de maneira mais satisfatória do que o neodarwinismo padrão. A Parte Três também apresenta e avalia a teoria do design inteligente como uma possível solução para o mistério Cambriano. Um capítulo final discute as implicações do debate sobre design em biologia para as questões filosóficas mais amplas que animam a existência humana. À medida que a história do livro se desenrola, ficará aparente que uma anomalia aparentemente isolada que Darwin reconheceu quase que de passagem cresceu para se tornar ilustrativa de um problema fundamental para toda a biologia evolutiva: o problema da origem da forma biológica e da informação.

Para entender de onde veio esse problema e por que ele gerou uma crise na biologia evolutiva, precisamos começar do início: com a própria dúvida de Darwin, com a evidência fóssil que a provocou e com um confronto entre um par de célebres Naturalistas vitorianos, o famoso paleontólogo de Harvard Louis Agassiz e o próprio Charles Darwin.

PARTE UM

# O MISTÉRIO DOS FÓSSEIS PERDIDOS



# 1

## NÊMESIS DE DARWIN

Quando Charles Darwin terminou seu famoso livro, ele pensou que havia explicado todas as pistas, exceto uma.

Na avaliação de qualquer pessoa, *A Origem das Espécies* foi uma conquista singular. Como uma grande catedral gótica, o ambicioso trabalho integrou muitos elementos díspares em uma grande síntese, explicando fenômenos em campos tão diversos como anatomia comparada, paleontologia, embriologia e biogeografia. Ao mesmo tempo, impressionava por sua simplicidade. *A Origem* de Darwin explicou muitas classes de evidências biológicas com apenas duas ideias centrais de organização. Os dois pilares de sua teoria eram as ideias da ancestralidade comum universal e seleção natural.

O primeiro desses pilares, a ancestralidade comum universal, representou a teoria de Darwin da história da vida. Ela afirmou que todas as formas de vida originaram de um único *ancestral comum* em algum lugar no passado distante. Em uma passagem famosa no final de *A Origem*, Darwin argumentou que “todos os seres orgânicos que já viveram nesta terra descenderam de alguma forma primordial”<sup>1</sup>. Darwin pensava que essa forma primordial gradualmente se desenvolveu em novas formas de vida, que por sua vez gradualmente se desenvolveram em outras formas de vida, eventualmente produzindo, após muitos milhões de gerações, toda a vida complexa que vemos no presente.

Os livros didáticos de biologia de hoje geralmente retratam essa ideia exatamente como Darwin o fez, com uma grande árvore ramificada. O tronco da árvore da vida de Darwin representa o primeiro organismo primordial. Os galhos e ramos da árvore representam as muitas novas formas de vida que se desenvolveram a partir dela (ver Fig. 1.1). O eixo vertical no qual a árvore é plotada representa a

seta do tempo. O eixo horizontal representa mudanças na forma biológica, ou o que os biólogos chamam de “distância morfológica”.

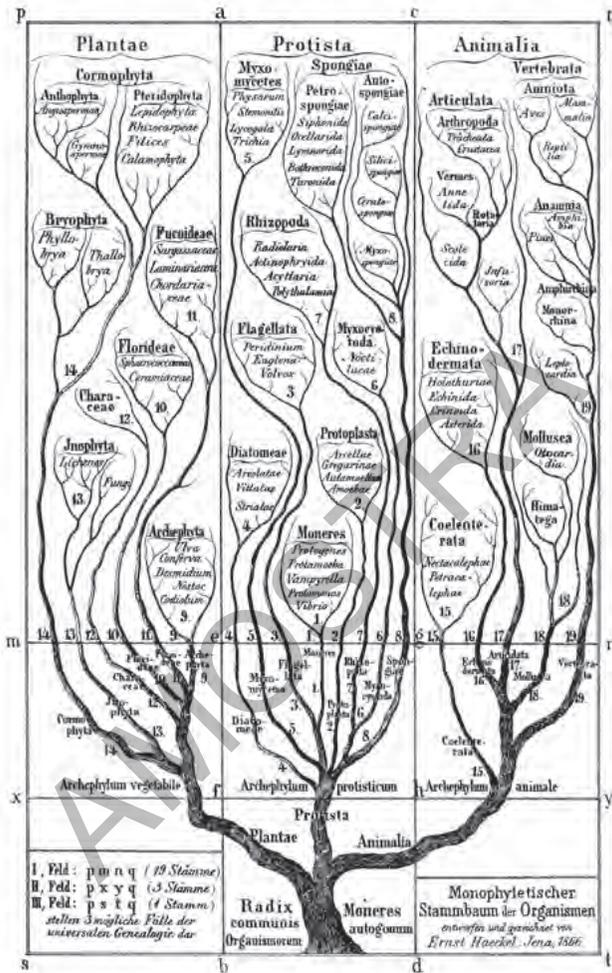


FIGURA 1.1

A árvore evolutiva da vida de Darwin, conforme retratada pelo biólogo evolucionário alemão do século XIX Ernst Haeckel.

Os biólogos costumam chamar a teoria da história da vida de Darwin de “descendência comum universal” para indicar que *todo* organismo na Terra surgiu de um único ancestral comum por um processo de “descendência com modificação”. Darwin argumentou que essa ideia explicava melhor uma variedade de evidências biológicas: a sucessão de formas fósseis, a distribuição geográfica de várias

espécies (como os tentilhões de Galápagos) e as semelhanças anatômicas e embriológicas entre organismos que, de outras maneiras, são altamente distintos.

O segundo pilar da teoria de Darwin afirmava o poder criativo de um processo que ele chamou de *seleção natural*, um processo que agia em variações aleatórias nos traços ou características dos organismos e sua prole.<sup>2</sup> Ao passo que a teoria da descendência comum universal postulava um *padrão* (a árvore ramificada) para representar a história da vida, a ideia de seleção natural de Darwin se referia a um *processo* que ele disse que poderia gerar a mudança implícita na ramificação da árvore da vida.

Darwin formulou a ideia de seleção natural por analogia a um processo bem conhecido, o de “seleção artificial” ou “reprodução seletiva”. Qualquer pessoa no século XIX familiarizada com a criação para reprodução de animais domésticos, cães, cavalos, ovelhas ou pombos, por exemplo, sabia que os criadores humanos podiam alterar as características do estoque doméstico permitindo que apenas animais com certas características se reproduzissem. Um pastor de ovelhas do norte da Escócia pode procriar suas ovelhas de uma forma voltada para gerar animais mais felpudos para aumentar suas chances de sobrevivência em um clima frio do norte (ou para colher mais lã). Para fazer isso, ele escolheria apenas os machos e as fêmeas mais felpudas para procriar. Se ele, geração após geração, continuasse a selecionar e procriar apenas as ovelhas mais felpudas entre a prole resultante, ele acabaria por produzir uma raça de ovelhas mais felpudas. Nesses casos, “a chave é o poder de seleção acumulativa do homem”, escreveu Darwin. “A natureza dá variações sucessivas; o homem as soma em certas direções úteis para ele”.<sup>3</sup>

Darwin observou que os pombos foram direcionados a uma variedade estonteante de raças: o Correio, com suas pálpebras alongadas e uma “boca larga”; o “Cambalhota de face curta”, com seu “bico no contorno quase como o de um tentilhão”; o Cambalhota comum, com sua tendência para voar em formação cerrada e “cair no ar de cabeça para baixo”; e, talvez o mais estranho de todos, o Pombo de papo, com suas pernas alongadas, asas e corpo ofuscados por seu “papo enormemente desenvolvido, que se gloria em inflar” para seus patronos pasmos.<sup>4</sup>

Claro, os criadores de pombos alcançaram essas metamorfoses surpreendentes peneirando e selecionando cuidadosamente. Mas, como Darwin apontou, a natureza também tem um meio de peneirar: criaturas defeituosas têm menos probabilidade de sobreviver e se reproduzir, enquanto as proles com variações benéficas têm mais probabilidade de sobreviver, reproduzir e passar suas vantagens para futuras gerações. Em *A Origem*, Darwin argumentou que esse processo, a seleção natural agindo em variações aleatórias, poderia alterar as características dos organismos da mesma forma que a seleção inteligente por criadores humanos. A própria natureza pode desempenhar o papel do criador.

Considere mais uma vez nosso rebanho de ovelhas. Imagine que, em vez de um ser humano selecionar os machos e as fêmeas mais felpudos para procriar, uma série de invernos muito frios fizesse com que todas as ovelhas, exceto as mais felpudas, morressem. Agora, novamente, apenas ovelhas muito felpudas permanecerão para procriar. Se os invernos frios continuarem por várias gerações, o resultado não será o mesmo de antes? A população de ovelhas não se tornará visivelmente mais felpuda?

Esse foi o grande *insight* de Darwin. A natureza, na forma de mudanças ambientais ou outros fatores, poderia ter o mesmo efeito em uma população de organismos que as decisões intencionais de um agente inteligente. A natureza favoreceria a preservação de certas características em detrimento de outras, especificamente, aquelas que conferem uma vantagem funcional ou de sobrevivência aos organismos que as possuem, fazendo com que as características da população mudem. E a mudança resultante terá sido produzida não por um criador inteligente escolhendo uma característica ou variação desejável, não por “seleção artificial”, mas por um processo totalmente natural. Além do mais, Darwin concluiu que esse processo de seleção natural agindo em variações que surgem aleatoriamente foi “o principal agente de mudança” na geração da grande árvore ramificada da vida em toda a sua variedade.

A *Origem das Espécies* chamou a atenção da comunidade científica como um trovão. A analogia de Darwin com a seleção artificial era poderosa, seu mecanismo proposto de seleção natural e variação aleatória facilmente compreendido, e sua habilidade em dispensar potenciais objeções era incomparável. Além disso, o escopo explicativo de seu argumento a favor da descendência comum universal constituiu uma espécie de *tour de force*. Afinal, parecia para muitos que Darwin havia dispensado em *A Origem* todas as objeções concebíveis à sua teoria, exceto uma.

## A ANOMALIA: A DÚVIDA DE DARWIN

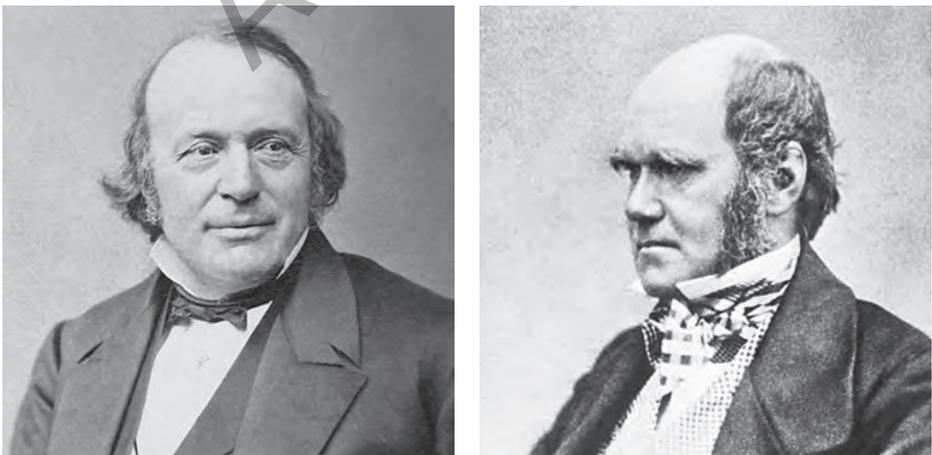
Apesar do escopo de sua síntese, havia um conjunto de fatos que preocupava Darwin, algo que ele admitia que sua teoria não poderia explicar adequadamente, pelo menos, no momento. Darwin ficou intrigado com um padrão no registro fóssil que parecia documentar o aparecimento geologicamente súbito de vida animal em um período remoto da história geológica, um período que no início era comumente chamado de Siluriano, mas mais tarde veio a ser conhecido como Cambriano.

Durante esse período geológico, muitas criaturas novas e anatomicamente sofisticadas apareceram repentinamente nas camadas sedimentares da coluna geológica sem qualquer evidência de formas ancestrais mais simples nas camadas anteriores, em um evento que os paleontólogos hoje chamam de explosão

Cambriana. Darwin descreveu francamente suas preocupações sobre esse enigma em *A Origem*: “A dificuldade de compreender a ausência de vastas pilhas de estratos fossilíferos, que, em minha teoria, estavam, sem dúvida, acumulados em algum lugar antes da época Siluriana [isto é, Cambriana], é muito grande” ele escreveu. “Refiro-me à maneira pela qual várias espécies do mesmo grupo aparecem de repente nas rochas fossilíferas conhecidas mais baixas.”<sup>5</sup> O súbito aparecimento de animais tão cedo no registro fóssil não estava facilmente de acordo com a nova teoria de Darwin da mudança evolutiva gradual, e havia um cientista que não o deixava esquecer isso.

## O ANTAGONISTA

O paleontólogo suíço Louis Agassiz, da Universidade de Harvard, foi um dos cientistas mais bem treinados de sua época e conhecia o registro fóssil melhor do que qualquer homem vivo. Na esperança de alistar Agassiz como aliado, Darwin lhe enviou uma cópia de *A Origem das Espécies* e pediu-lhe que considerasse o argumento com a mente aberta (ver Figura 1.2). Quase se pode ver o grande naturalista recebendo do carteiro o pacote comum, desembulhando o pequeno volume verde que havia agitado tal tempestade em ambos os lados do Atlântico. Talvez ele tenha se retirado para seu escritório para se concentrar melhor, examinando o título atraente do livro, lembrando o que já tinha ouvido sobre a obra. Ele leu o livro com profundo interesse, fazendo anotações na margem à medida que o examinava, mas no final seu veredicto desapontaria o autor. Agassiz concluiu que o registro fóssil, particularmente o registro da explosão da vida animal Cambriana, representava uma dificuldade insuperável para a teoria de Darwin.



**FIGURA 1.2**

Figura 1.2a (esquerda): Louis Agassiz. Figura 1.2b (direita): Charles Darwin.