

r.

Bernadete

Jaimesche

Biologia

Helena Curtis

Traduzido por
Henri Sauaia

Doutor em Ciência. Departamento de
Morfologia da Faculdade de
Medicina de Ribeirão Preto,
Universidade de São Paulo.

Segunda edição
1977

EDITORA  GUANABARA

Este livro é dedicado a C. P. Rhoads, M. D.

Título do original em inglês
Biology, 2nd Edition

Copyright © by Worth Publishers, Inc.
444 Park Avenue South
New York, New York, U.S.A.

Direitos exclusivos para a língua portuguesa
Copyright © 1977 by
EDITORA GUANABARA KOOGAN S.A.
Travessa do Ouvidor, 11
Rio de Janeiro, RJ — CEP 20040-040

Reservados todos os direitos. É proibida a duplicação
ou reprodução deste volume, no todo ou em parte,
sob quaisquer formas ou por quaisquer meios
(eletrônico, mecânico, gravação, fotocópia, ou outros),
sem permissão expressa da Editora.

Depoi
Biologia, e
e desenhos
sante. Pelc
número ca
poucas ex
De modo
quisa biolc
res que nu
aparecime:

A pre
dução ainc
tante do t
trata da vi
conhecime
chegamos
fácil". Po
referente i
rize simpl
Deixar de
parece.

Na S
organelas
trário, pro

A Se
muitas ou
aquilo qu
jar os estu
tos elegar
verdadeir

A Pa
apresenta
teoria evo
nar a seçã
uma encic
apenas de
ou de pla
este será
mundo vi

Introdução



I-2 "Mais tarde, quando me tornei amigo íntimo de Fitz-Roy (capitão do Beagle), eu soube que corria grande risco de ser rejeitado por causa da forma de meu nariz! Ele ... estava seguro de que era capaz de julgar o caráter de um homem por suas características físicas; e duvidava que qualquer pessoa com um nariz como o meu pudesse contar com a energia e a determinação necessárias para a viagem. Acredito que mais tarde ele se tenha convencido de que meu nariz lhe dera uma falsa impressão." (Charles Darwin, *The Voyage of the Beagle*.)

Em 1831, um jovem inglês, Charles Darwin, partiu de Devonport, numa viagem que viria a ser a mais rica, em conseqüências, na história da Biologia. Com 23 anos incompletos, Darwin tinha abandonado a idéia de fazer carreira em Medicina — ele descreve sua fuga de uma sala cirúrgica na qual se operava uma criança sem anestesia — e era candidato relutante ao clericalato, considerado profissão mais apropriada para o filho caçula de um cavalheiro inglês. Estudante pouco atento, Darwin era pescador e caçador ardoroso, colecionador de besouros, moluscos e conchas, e ainda botânico e geólogo amador. Quando o capitão do navio explorador *Beagle*, pouco mais velho que Darwin, ofereceu passagem e acomodações em sua

própria cabine a um jovem que se dispusesse a participar da viagem como naturalista, sem remuneração, Darwin aceitou avidamente a oportunidade de escapar de Cambridge. Essa viagem, de 5 anos, estabeleceu o curso do seu trabalho futuro. Voltou para herdar fortuna, uma fazenda no interior da Inglaterra, e para uma vida inteira de trabalho e estudo.

O CAMINHO PARA A TEORIA DA EVOLUÇÃO Que Darwin fundou a moderna teoria da evolução, todos nós sabemos. Para entender o significado da sua teoria, entretanto, é útil considerar a atmosfera intelectual em que foi proposta.

A escada da vida Aristóteles, o primeiro grande biólogo, acreditava que se podiam encaixar todos os seres vivos em uma hierarquia. Essa hierarquia ficou conhecida como *Scala Naturae*, a escada da natureza, na qual as criaturas mais simples tinham uma posição inferior, o Homem ocupava o topo e todos os outros organismos ficavam em lugar apropriado entre os extremos. Muitos biólogos europeus, até fins do século passado, ainda acreditavam em uma "escada da vida", como às vezes a chamavam. Para Aristóteles, os organismos vivos sempre tinham existido, mas aqueles europeus mais modernos acreditavam, em consonância com os ensinamentos das Escrituras, que todos os seres vivos eram produzidos por criação divina. De qualquer modo, por 2.000 anos se acreditou que todos os tipos — ou espécies — de animais surgiram na sua forma atual. Mesmo os que acreditavam em geração espontânea (sapos formados do barro, serpentes surgidas de cabelos de mulher jogados num barril com água de chuva) não admitiam houvesse qualquer relação histórica entre uma espécie e outra, qualquer genealogia comum.

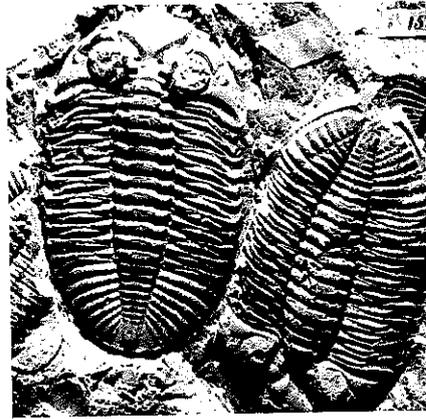
Um dos mais famosos adeptos da idéia de criação original foi o sueco Lineu, o grande sistematólogo do século XVIII, criador de um método para a classificação de plantas e animais. Durante o trabalho dedicado por Lineu às suas enciclopédicas obras *Systema Naturae* e *Species Plantarum*, exploradores do Novo Mundo voltavam à Europa com novas espécies de plantas e animais, e até mesmo com variedades novas de seres humanos. Lineu revisou suas obras, edição após edição, para incluir esses achados, mas não modificou sua opinião sobre a

imutabilidade das espécies. Críticas lhe faziam os contemporâneos, por considerarem muito artificiais as suas classificações, mas poucos punham em dúvida sua opinião de que havia uma criação especial para cada tipo de ser vivo.

Pré-evolucionistas Entre os primeiros a sugerirem que as espécies podem modificar-se no curso do tempo estava o cientista francês Georges-Louis Leclerc de Buffon (1707-1788). Buffon acreditava que essas mudanças ocorriam por um processo de degeneração. Ele sugeriu que, além das numerosas criaturas produzidas por criação especial no começo do mundo, "há um número menor de famílias concebidas pela Natureza e produzidas pelo Tempo". Com efeito, resumia Buffon, "... aperfeiçoamento e degeneração são a mesma coisa, pois ambos implicam alteração da constituição original". Quem está familiarizado com a filosofia clássica, pode ver que Buffon foi influenciado pelo conceito platônico da forma ideal ou verdadeira, da qual todas as expressões manifestas no mundo são meras cópias imperfeitas.

Entre os primeiros a duvidarem da fixidez das espécies estava Erasmo Darwin (1731-1802), avô de Charles Darwin. Médico, naturalista, escritor prolífico e combativo, muitas vezes em verso, discutia sobre Botânica e Zoologia. Erasmo Darwin sugeriu, principalmente em anotações de margem e em notas de rodapé, que as espécies tinham ligações históricas entre si, que a competição desempenhava um papel no desenvolvimento de espécies diferentes, que os animais eram capazes de se modificar em resposta a condições ambientais e que sua prole podia herdar essas mudanças. Um urso polar, por exemplo — afirmava — é um urso "comum" que se modificou por viver no Ártico, transmitindo essas modificações à prole. Essas idéias, nunca as propôs de modo claro; o que Erasmo Darwin pensava importa principalmente por causa da sua possível influência sobre Charles Darwin, embora este, nascido após a morte do avô, não tivesse as suas idéias em alta conta.

A idade da Terra Muito mais que os biólogos, foram os geólogos que abriram o caminho para a teoria da evolução. Um dos mais influentes, James Hutton (1726-1797), propôs que a Terra havia sido moldada não por fatos repentinos e violentos, mas, por processos vagarosos e graduais — vento, condições climáticas e água corrente — os mesmos processos que podemos ver em ação no mundo de hoje. Essa teoria de Hutton, conhecida como "uniformismo", foi importante por duas razões. Em primeiro lugar, implicava que a Terra tinha uma longa história. Esta era uma idéia nova. Pela contagem de gerações sucessivas desde Adão (segundo o registro bíblico), teólogos cristãos tinham calculado em 6.000 anos a idade máxima do mundo. Ninguém, até então, tinha pensado em termos de duração mais longa. E 6.000 anos não são tempo suficiente para que ocorram mudanças evo-



I-3 Os trilobitas foram abundantes no período cambriano, 500 a 600 milhões de anos atrás. Floresceram durante cerca de 300 milhões de anos e extinguíram-se, deixando somente seus fósseis, como os aqui representados. A maior parte das espécies têm 2 a 3cm de comprimento. Os trilobitas eram um tipo de artrópodes; caranguejos, lagostas, aranhas e insetos estão entre os artrópodes modernos.

lutivas importantes, como a formação de espécies novas. Em segundo lugar, a teoria do uniformismo afirmava que a mudança é o curso normal dos acontecimentos, em oposição ao conceito de um sistema normalmente estático, perturbado ocasionalmente por um evento incomum.

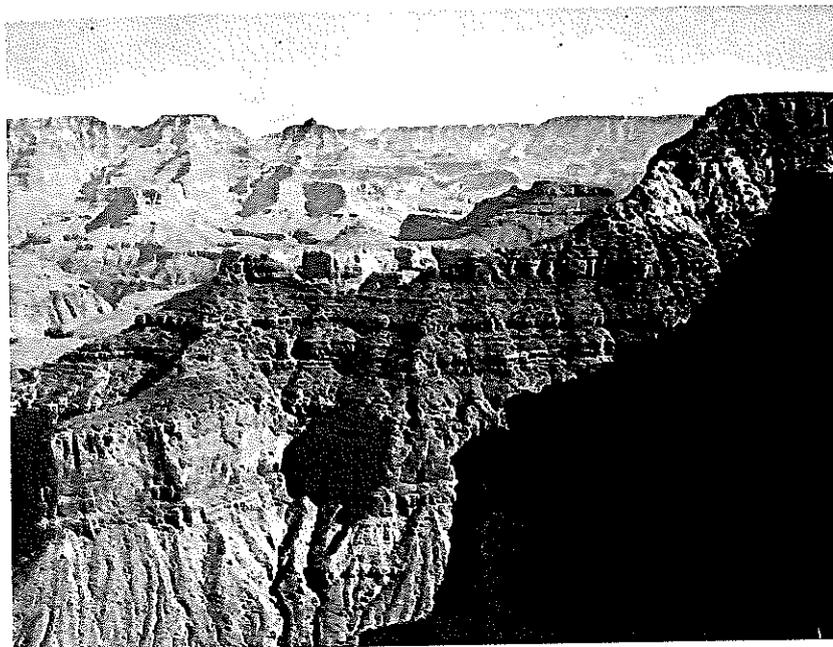
O registro fóssil Na última parte do século XVIII renasceu o interesse pelos fósseis. Em séculos anteriores os fósseis eram colecionados como curiosidades e geralmente considerados acidentes da natureza — pedras que, de algum modo, pareciam carapaças — ou evidências de grandes catástrofes naturais — provas, por exemplo, do dilúvio de Noé. O explorador inglês William Smith (1769-1839) foi o primeiro a produzir um estudo sistemático dos fósseis. Sempre que seu trabalho o levava ao fundo de uma mina, ou às margens de canais, ou a viagens pelo interior, ele anotava cuidadosamente a ordem das diferentes camadas de rocha, os estratos, e coletava fósseis de cada camada. Estabeleceu que cada estrato, em qualquer parte da Inglaterra, continha um grupo característico de espécimes e que esses fósseis eram, na verdade, o melhor meio de identificar um estrato particular. (A identificação de estratos pelos fósseis que contém é ainda hoje prática rotineira.) Smith não interpretou suas descobertas, mas era inevitável a implicação de que a Terra se formara, camada por camada, ao longo do tempo.

Tal como o mundo de Hutton, o mundo visto e descrito por William Smith era, sem dúvida, muito velho. Começava a revolução na Geologia. A ciência da Terra tornava-se um estudo de tempo e de mudança, em vez de mera catalogação de tipos de rochas.

I-4 As estratos

Em c separ pelos

Cat cam revc da i Ger gia em da an inf de Pi ui p tu c t



1-4 As primeiras idéias sobre Evolução vieram do trabalho de geólogos; eles descobriram que nas diferentes camadas ou estratos da superfície da Terra ocorrem diferentes tipos de fósseis. Esta vista do Grand Canyon mostra claramente esses estratos, agora considerados capítulos da história evolutiva.

Em conseqüência, a história da Terra tornava-se inseparável da história dos organismos vivos, revelada pelos fósseis.

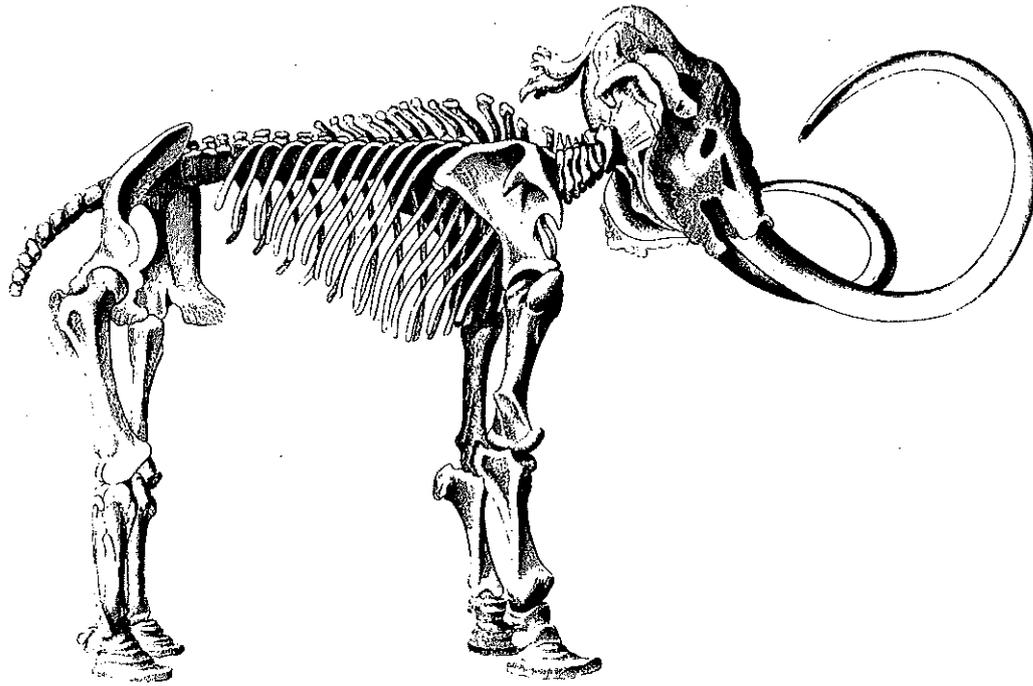
Catastrofismo Embora estivesse sendo aberto o caminho, ainda não era chegado o tempo de uma revolução semelhante na Biologia. A força dominante da ciência européia, no fim do século XVIII, era Georges Cuvier (1769-1832), fundador da Paleontologia, o estudo científico do registro fóssil. Especialista em Anatomia e Zoologia, aplicou seu conhecimento da constituição dos animais de agora ao estudo dos animais fósseis e foi capaz de arquitetar brilhantes inferências sobre a forma de um animal inteiro a partir de alguns fragmentos de ossos. Consideramos hoje a Paleontologia e a Evolução tão estreitamente ligadas uma à outra que surpreende saber ter sido Cuvier um poderoso e decidido oponente das teorias evolucionistas. Ele reconhecia o fato de que muitas espécies outrora existentes já não existiam mais. (Segundo estimativas modernas, bem menos de 1 por cento das espécies surgidas estão hoje representadas na Terra.) Explicou a extinção de espécies por uma sucessão de catástrofes. Depois de cada catástrofe, das quais a mais recente fora o Dilúvio, as espécies remanescentes povoavam o mundo.

Havia duas escolas de catastrofistas: os deluvianistas propunham que todas as grandes sublevações

destruidoras de espécies tinham sido dilúvios e os vulcanistas acreditavam que o mundo fosse inundado periodicamente por lavas. De qualquer modo, para ambas as teorias o registro fóssil eram simplesmente os restos das espécies de seres vivos que, outrora existentes, tinha sido eliminados pela violência da Natureza. Tempo e Natureza, acreditavam os catastrofistas, agiam não para criar e, sim, para destruir.

AS TEORIAS DE LAMARCK O primeiro cientista a produzir uma teoria sistemática da Evolução foi Jean Baptiste Lamarck (1744-1829). "Este justamente celebrado naturalista", como o próprio Darwin a ele se referia, corajosamente, propôs, em 1801, que todas as espécies, inclusive o Homem, descendiam de outras espécies. Ao contrário da maioria dos zoólogos do seu tempo, Lamarck interessou-se de modo especial pelos protozoários e por outros invertebrados; foi, sem dúvida, seu prolongado estudo dessas formas "mais simples" de vida que o levou a pensar sobre os seres vivos em termos de complexidade constantemente crescente; assim, de cada forma, anterior e mais simples, outra forma ascendia.

Como Cuvier e outros, Lamarck notou que, quanto mais velhas as rochas, mais simples eram as formas de vida que continham. Mas, ao contrário de Cuvier, interpretou essa observação como indício de que as formas mais evoluídas tinham surgido das mais



1-5 Desenho de um mastodonte, traçado por Georges Cuvier. Embora tenha sido um dos grandes especialistas na reconstrução de animais extintos a partir de seus fósseis, Cuvier foi um poderoso oponente das teorias sobre a Evolução.

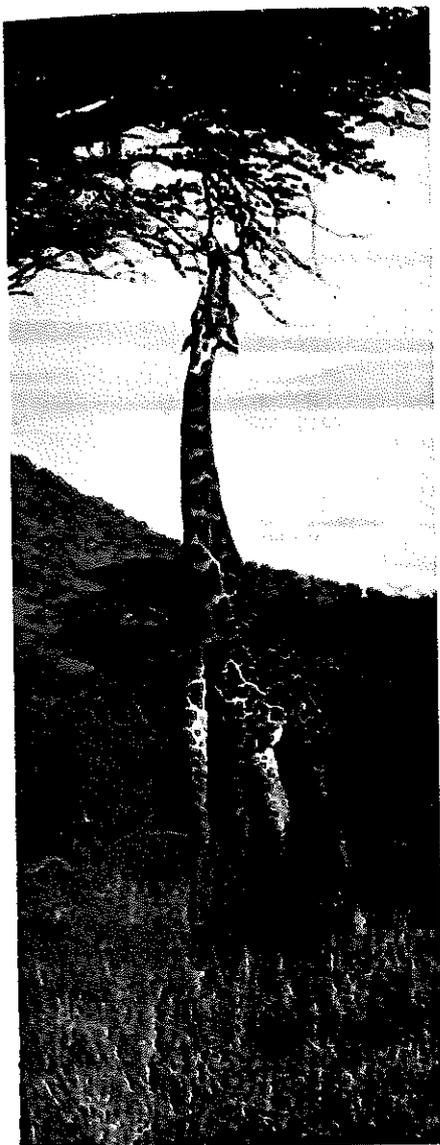
simples através de algum modo de progressão. De acordo com sua hipótese, essa progressão — ou evolução, para usar o termo moderno — depende de duas forças principais. A primeira é a herança dos caracteres adquiridos. Os órgãos dos animais tornam-se mais fortes ou mais fracos, mais ou menos importantes, pelo uso ou pelo desuso, e essas mudanças, segundo a teoria de Lamarck, são transmitidas dos pais à prole. Seu exemplo mais famoso, o mais usado por Cuvier para ridicularizá-lo, era o da girafa, que esticava o pescoço cada vez mais para alcançar as folhas de ramos mais altos e transmitiu esse pescoço mais comprido aos seus descendentes, que por sua vez também esticavam o pescoço, e assim por diante.

O segundo fator importante na teoria de Lamarck era um princípio criativo universal, uma aspiração inconsciente para ascender na *Scala Naturae*, impulso que movia cada criatura viva na direção de maior complexidade. Cada ameoba estava a caminho, na direção do Homem. Algumas formas podem transviar-se. O orangotango, por exemplo, presa de ambiente desfavorável, foi desviado do seu curso. Contudo, a vontade estava sempre presente. Para preencher o vazio que seria deixado ao pé da escada, a vida, em suas formas mais simples, emergia constantemente por geração espontânea. Na proposição de

Lamarck, a escada da vida dos antigos estava transformada em escada rolante ascendente, movida por uma vontade universal.

O conceito da herança dos caracteres adquiridos era atraente. Darwin serviu-se dele, consciente e inconscientemente. Em verdade, as edições sucessivas de *A Origem das Espécies* mostram que Darwin foi conduzido a essa idéia lamarckiana por alguns de seus críticos e por sua própria incapacidade (devida ao primitivismo da Genética daquele tempo) de explicar alguns dos modos pelos quais os animais se modificavam. O crédito na herança dos caracteres adquiridos persistiu, no século XX, no trabalho do biólogo russo Lysenko.

Os contemporâneos de Lamarck não combatiam suas idéias sobre a herança dos caracteres adquiridos — como faríamos hoje, baseados em melhor conhecimento dos mecanismos da herança — nem lhe criticavam a crença em uma força metafísica, que era, na verdade, elemento comum a todas as teorias do tempo. Esses postulados vagos, indemonstráveis, entretanto, forneceram uma base muito frágil para proposição tão radical. O papel de paladino da Evolução desempenhado por Lamarck foi prejudicial, não somente para sua carreira, mas também para o próprio conceito de Evolução. O resultado da sua teoria foi



I-6 Segundo a hipótese de Lamarck, os pescoços das girafas tornaram-se mais longos à medida que elas os esticavam para alcançar ramos altos; essa característica adquirida ia sendo transmitida aos descendentes.

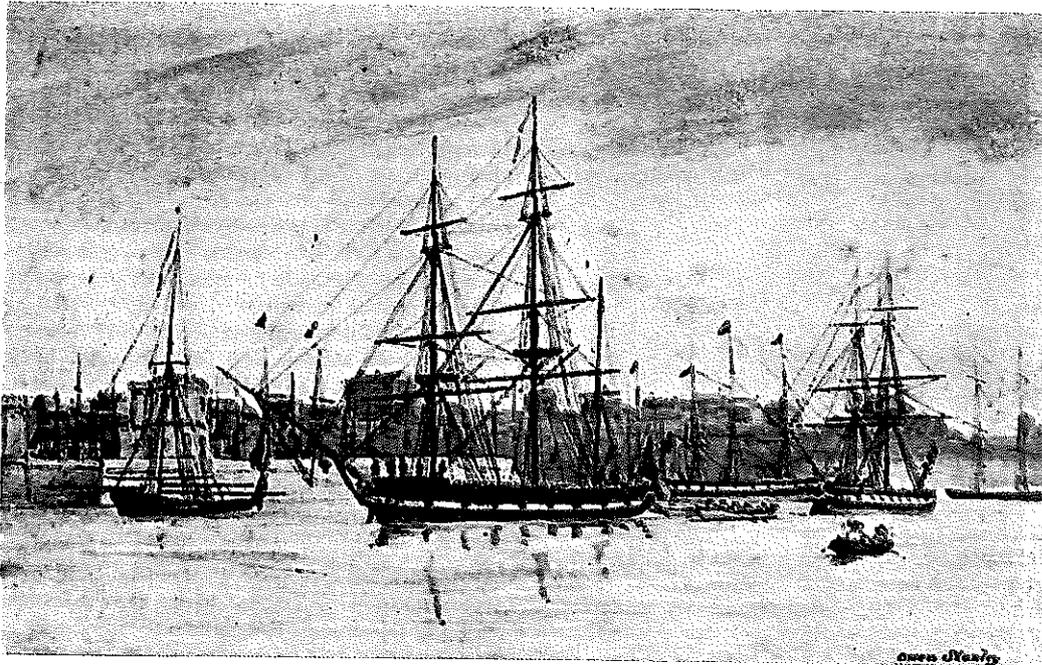
que cientistas e público ficaram ainda menos preparados para uma doutrina evolucionista.

agui
A TEORIA DE DARWIN A Terra tem uma **História** É consenso geral que a pessoa que maior influência exerceu sobre Darwin foi Charles Lyell (1797-1875), um geólogo 10 anos mais velho que ele. Um dos poucos livros que Darwin levou em sua viagem foi o primeiro volume, recém-publicado, dos

Principles of Geology, de Lyell. O segundo volume lhe foi enviado ao *Beagle*. Com base em suas próprias observações e nas de seus predecessores, Lyell opôs-se à teoria das catástrofes. Contrariamente, produziu novas evidências apoiando a teoria do uniformismo de Hutton. Para Lyell, o efeito lento, constante e cumulativo das forças naturais produzira modificação contínua ao longo da história da Terra. Demonstravelmente lento, com resultados mal perceptíveis durante uma vida humana inteira, esse processo deveria estar operando há muito, muito tempo. Em seus primeiros trabalhos, Lyell não discutiu as implicações biológicas de sua teoria. Mas elas eram evidentes para Darwin. Se a Terra tinha uma história longa e contínua, e se a explicação dos eventos legíveis no registro geológico não demanda forças outras além de fatores físicos, não teriam os organismos vivos uma história semelhante? Aquilo de que sua teoria mais precisava, estava claro para Darwin, era tempo. E era tempo o que Lyell lhe fornecia.

A viagem do Beagle Eram esses, pois, os instrumentos intelectuais que Charles Darwin levava ao partir de Devonport. Enquanto o *Beagle* descia pela costa atlântica da América do Sul, atravessava o Estreito de Magalhães e subia pela costa do Pacífico. Darwin viajou pelo interior, pescou, caçou, cavalgou. Explorou os ricos depósitos de fósseis da América do Sul (com as teorias de Lyell em mente) e coletou espécimes de muitas variedades novas de plantas e de animais. Impressionou-o fortemente, durante sua lenta e longa viagem, a constante mudança das variedades de organismos que encontrava. As aves e outros animais da costa ocidental, por exemplo, eram muito diferentes dos da costa oriental; e mesmo ao longo da subida da costa ocidental, uma espécie dava lugar a outra.

De máximo interesse para Darwin foram os animais e plantas que habitavam um pequeno grupo de áridas ilhas, as Galápagos, situadas a cerca de 800km da costa do Equador. O nome do arquipélago é dado pelos seus habitantes mais extraordinários, tartarugas (galápagos, em castelhano) que chegam a pesar mais de 100 quilos. Cada ilha tem seu tipo particular de tartaruga e os pescadores que freqüentavam as ilhas e caçavam os quelônios eram capazes de dizer prontamente de qual ilha provinha um tipo qualquer. Havia também um grupo de pássaros fringídeos, treze espécies ao todo, que diferiam entre si pelo tamanho do corpo e, principalmente, pela espécie de alimento que buscavam. Na verdade, embora ainda claramente fringídeos, esses pássaros tinham assumido muitas características vistas somente em tipos de aves completamente distintas no continente. O fringídeo tipo pica-pau, por exemplo, assumira o papel do pica-pau para desentocar insetos das cascas das árvores. Como não está bem equipado para isso, por faltar-lhe a comprida língua com que o pica-pau verdadeiro remove os insetos de baixo da casca, o fringídeo pica-pau car-



I-7 O Beagle, aportado em Sidney. Tendo apenas 30m de comprimento, este "bom naviozinho" iniciou viagem com 74 pessoas a bordo. Darwin dividiu a cabina de popa com um jovem aspirante e 22 cronômetros pertencentes ao Capitão FitzRoy, que era perfeccionista em matéria de exatidão. Ao deitar-se, Darwin tinha de remover a gaveta de um armário, assim conseguindo um lugar para os pés.

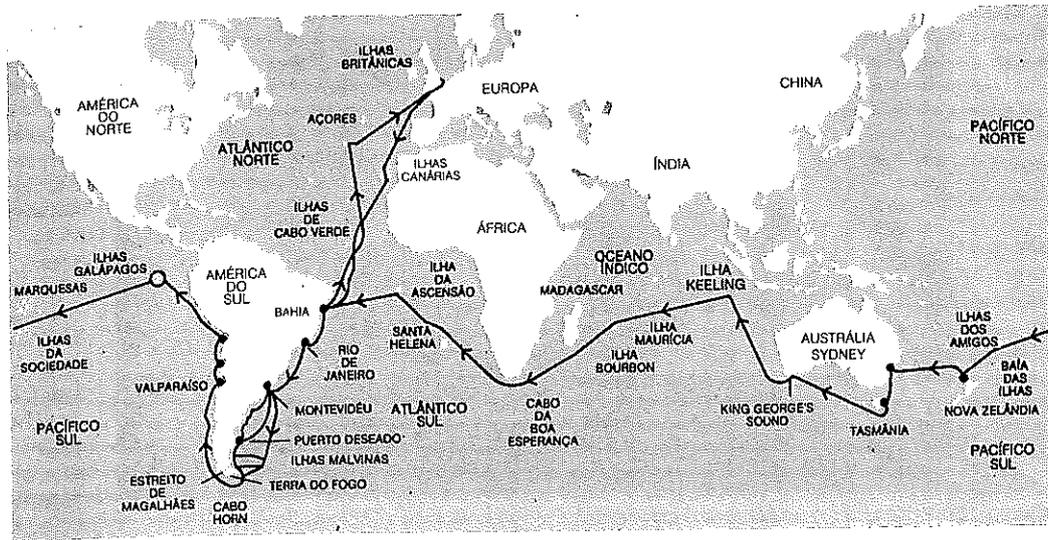
rega no bico um espeto qualquer para realizar a mesma tarefa.

De seus conhecimentos de Geologia, Darwin depreendeu que aquelas ilhas, claramente de origem vulcânica, eram muito mais recentes que o continente. Apesar disso, as plantas e os animais eram diferentes dos do continente e também diferiam entre si os de ilhas diversas do arquipélago. Teriam os seres vivos de cada ilha sido o produto de atos especiais de criação? "Poder-se-ia imaginar" — disse Darwin mais tarde — "que, de um pequeno número inicial de pássaros nesse arquipélago, uma mesma espécie se tenha modificado para propósitos diferentes." Durante anos, depois de sua volta, esse problema continuava a "assaltá-lo", como ele próprio dizia.

Desenvolvimento da teoria Não muito depois de voltar, veio-lhe às mãos o livro do Reverendo Thomas Malthus, editado inicialmente em 1798. Nesse livro, Malthus prevenia, como têm feito desde aquela época muitos economistas, que a população humana estava aumentando tão rapidamente que logo superaria os recursos de produção de alimentos e a disponibilidade de espaço habitável. Darwin entendeu que essa conclusão — de que a disponibilidade de alimentos e outros fatores mantêm sob controle o tamanho das populações — era verdadeira para todas

as espécies, não somente para a humana. Por exemplo, um único casal de elefantes, que são os animais mais lentos para gerar, poderia produzir 19 milhões de elefantes em 750 anos. Entretanto, o número médio de elefantes se mantém geralmente inalterado ao longo dos anos. Em vez de 19 milhões, há somente dois elefantes. Ao processo pelo qual os dois sobreviventes foram "escolhidos" denominou Darwin *seleção natural*. Ele o considerava um processo análogo ao tipo de seleção exercido pelos criadores de gado, de cavalos, ou de cães, processo que conhecia bem, por ser fazendeiro. Na seleção artificial o homem escolhe, para cruzar, variedades cujas características lhe pareçam desejáveis. Na seleção natural, o agente primeiro são as condições ambientais, que, sobre as variações continuamente produzidas em cada espécie, operam para "favorecer" algumas e "desencorajar" ou eliminar outras.

E as variações, de onde vêm? Para Darwin, as variações ocorrem inteiramente ao acaso. Não as produzem o ambiente, uma "força criativa" ou o esforço inconsciente do organismo. Por si mesmas, não têm direção. *A direção é inteiramente imposta pela seleção natural*. Uma variação que confira a um animal mesmo pequena vantagem aumenta-lhe a probabilidade de deixar prole durável. Assim, de volta às girafas de Lamarck, um animal de pescoço ligeira-



I-8 A viagem do Beagle.

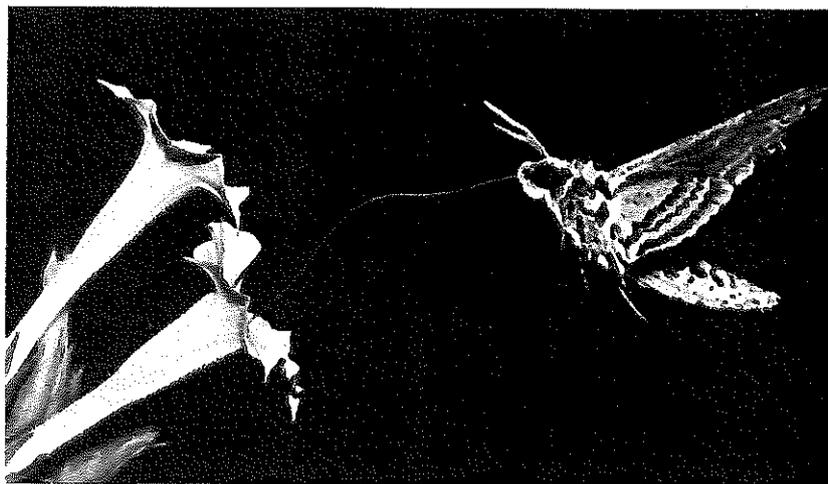
mente mais longo é favorecido no encontro de alimento e, por isso, é mais capaz de deixar prole maior que outro animal, de pescoço mais curto. Se pescoço longo é caráter herdado, alguns de seus filhos também terão pescoço longo e, posto que animais de pescoço mais longo são sempre favorecidos, a geração seguinte terá pescoço ainda mais longos. Ao fim do processo, a população de girafas de pescoço curto terá dado lugar a uma população das que os têm longos.

Como se pode ver, a diferença essencial entre a proposição de Darwin e a de qualquer de seus predecessores é o papel central que ele atribuiu ao processo da variação. Os outros consideraram as variações distúrbios no plano geral, enquanto Darwin viu que elas são a tecitura mesma do processo evolutivo. As espécies surgem, entendeu Darwin, quando diferenças entre os indivíduos de um mesmo grupo são — à medida que os grupos se separam no espaço e no tempo — gradualmente convertidas em diferenças entre grupos.

A obra *A Origem das Espécies*, sobre a qual Darwin meditou mais de 20 anos antes de publicá-la, em 1859, é, em suas próprias palavras, "uma longa discussão". Sem experimentos. Sem informação nova. Fato após fato, observação após observação, tomados da ilha mais remota do Pacífico ou do pasto de seu vizinho, são catalogados, analisados, comentados. Qualquer objeção é antecipada e refutada. A hipótese não é verificada, não é provada. Tão lento é o processo da Evolução que Darwin não acreditava ser possível uma prova direta da sua teoria. Como veremos, entretanto, o século XX produziu evidência clara do processo evolutivo. Cientista algum duvida hoje de que espécies se originaram no passado e ainda se originam, espécies se extinguíram no passado e

I-9 Um gêiser, perto de Alcedo Volcano, em Isabela, uma das ilhas Galápagos. O arquipélago tem treze ilhas vulcânicas, surgidas há mais de um milhão de anos. Crateras ainda cobertas de negras lavas basálticas elevam-se a 1.000 ou 1.200m. A vegetação é constituída principalmente de espinhentos arbustos cinza-acastanhados, que formam quilômetros de densa caatinga sem folhas, e de alguns cactos altos — "como imagináramos serem as partes cultivadas das regiões infernais", escrevia em seu diário o jovem Charles Darwin.





I-10 Darwin previu acertadamente a descoberta, em Madagascar, de um inseto cuja probóscide deveria atingir 30cm de comprimento, necessários para alcançar o néctar de uma espécie de orquídeas que lá floresce. Relação parecida, ainda que menos impressionante, é vista nesta figura que mostra a mariposa "beija-flor" e a flor da planta do tabaco.

ainda se extinguem, e todos os seres vivos têm espécie ancestral.

Importância da teoria na biologia moderna

Que importância tem essa teoria para os biólogos modernos, muitos deles envolvidos em áreas como a da química da herança — expressão que não teria sentido na época de Darwin — ou a da interpretação de estruturas subcelulares reveladas há pouco tempo pelo microscópio eletrônico, ou a do rastreamento de uma substância radioativa através dos componentes de um ecossistema? Nas palavras de Ernst Mayr, da Universidade de Harvard:*

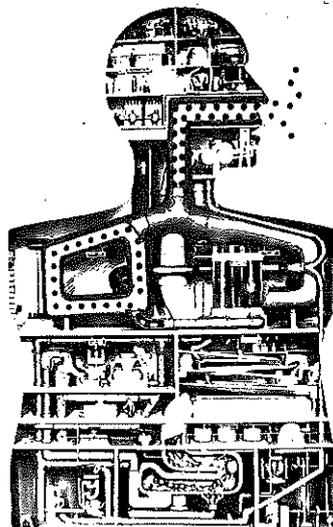
“A teoria da Evolução é muito justamente considerada a maior teoria unificadora em Biologia. A diversidade dos organismos, as semelhanças e diferenças entre tipos de organismos, os padrões de distribuição e de comportamento, adaptação e interação, tudo isso era simplesmente caótico até que recebesse sentido, dado pela teoria da Evolução. Não há campo, na Biologia, em que essa teoria não tenha servido como princípio ordenador.”

Por sua importância neste livro, assinalaremos três dos muitos modos pelos quais a teoria de Darwin tem “servido como princípio ordenador”. O primeiro diz respeito aos tipos de organismos vivos, plantas e animais do mundo à nossa volta. Com base na teoria evolucionista podemos compreender (e Lineu não podia) as semelhanças e as diferenças entre os vários grupos de seres vivos e, até certo ponto, relacionar

essas diferenças com o lugar e o modo de vida desses organismos e com sua história.

Segundo, começamos a compreender a aparente falta de propósito dos seres vivos e de suas atividades. Por que têm as flores aromas agradáveis e cores brilhantes? Por que nosso coração bombeia sangue através dos pulmões? Se respondermos que o coração faz isso para que o sangue seja oxigenado, ficará implícito que o coração tem uma finalidade, que sabe o que está

I-11 Visão mecanística do corpo humano.



*Ernst Mayr, *Animal Species and Evolution*, Harvard University Press, Cambridge, Mass., 1963.

fazendo — o que, certamente, não é verdadeiro. Num outro sentido, todavia, essa é a explicação correta. As flores e seus insetos polinizadores evoluíram juntos. As flores de matizes brilhantes tiveram maior probabilidade de ser polinizadas, e por isso deixaram prole mais numerosa. Como você pode ver, no contexto da teoria evolucionista, questões sobre “por quê” e “para quê” tornam-se interessantes e significativas.

O terceiro ponto, estreitamente relacionado com os dois primeiros, é que a teoria evolucionista dá ênfase à relação dinâmica entre estrutura e função. A Anatomia e a Fisiologia, ou Comportamento, não podem ser estudadas e entendidas separadamente. Ambas evoluíram necessariamente juntas, a função plasmando a estrutura e esta dirigindo e orientando a atividade.

Como você verá, podemos dizer com igual veracidade que o Homem pode usar as mãos para pegar porque tem um polegar oponível e que o Homem tem um polegar oponível porque usa as mãos para pegar. Isso não implica perfeição; a sabedoria da Natureza é noção sentimental. Seu corpo rejeitará automaticamente um enxerto de pele de outra pessoa — a não ser que você e essa pessoa sejam gêmeos idênticos — mesmo que você esteja à morte por causa de queimadura generalizada e o enxerto possa salvar-lhe a vida. A Evolução impôs uma porção de limitações desajeitadas. A coluna vertebral do Homem é um bom exemplo. Um engenheiro poderia planejar suporte estrutural muito melhor para o homem moderno, se fosse possível começar desde o início. O problema é que nossa coluna e nossa pelve foram moldadas pelo tempo — por variação e seleção natural — nessa

forma que têm agora, e sua estrutura e função são inseparáveis.

NÍVEIS DE ORGANIZAÇÃO Com olhos de moderna perspectiva, podemos ver a evolução não como simples padrão de mudança gradual, mas também como processo de organização sempre crescente.

Durante o século XVII surgiu uma escola de biólogos, chamados mecanicistas, dos quais era expoente o filósofo francês René Descartes (1596-1650). Os mecanicistas propuseram-se provar que o corpo funcionava de modo essencialmente igual ao da máquina; os braços e pernas movimentam-se como alavancas e polias, o coração como bomba, os pulmões como foles e o estômago como mão e pilão. Opunham-se a eles os vitalistas, que sustentavam serem os organismos vivos qualitativamente diferentes dos seres inanimados; o “espírito vital” que continham os capacitava a exercer atividades impossíveis fora do organismo vivo, atividades que a Química e a Física não poderiam descrever totalmente.

Pelo século XIX, esses modelos mecânicos simples já estavam abandonados e as discussões giravam então em torno do problema de ser a química dos organismos vivos governada pelos mesmos princípios que regem a química do laboratório. Sustentavam os vitalistas que não se poderia conseguir no laboratório as mesmas operações químicas realizadas pelos tecidos vivos. Os reducionistas, como então se chamavam seus oponentes (por acreditarem que as operações complexas dos seres vivos poderiam ser reduzi-

I-12 Laboratório em Giessen, onde Wöhler foi estudante. Este laboratório, que pertencia a Justus von Liebig, amigo e mestre de Wöhler, foi um dos primeiros a reunir as condições necessárias para a realização de trabalho prático em Química. O desenho data de 1842.



das a operações mais simples e mais inteligíveis), conseguiram vitória parcial quando o químico alemão Friedrich Wöhler (1800-1882) converteu uma substância inorgânica (cianato de amônio) em uma substância orgânica comum (uréia). Por outro lado, as teses dos vitalistas eram apoiadas pelo fato de que, com o progresso da Química, muitos compostos novos, nunca vistos antes no mundo não-vivo ou inorgânico, eram seguidamente encontrados em tecidos vivos. Apesar de muitos progressos da Bioquímica, essa fase da controvérsia durou até 1898. Finalmente, o químico alemão Eduard Büchner (1860-1917) mostrou que uma substância extraída de células de levedura era capaz de produzir fermentação fora da célula viva. A essa substância deu-se o nome de enzima, de *zyme*, a palavra grega para "lêvedo" ou "fermento".

Hoje sabemos que os vitalistas estavam errados; a química dos sistemas vivos "obedece às regras" da química inorgânica. Os mecanicistas estavam errados também — o corpo não é uma simples máquina —, assim como os reducionistas eram tolos quando afirmavam, em colunas de "Acredite se Quiser", ou em compêndios, que o corpo humano não valia mais que 1 dólar em substâncias químicas. O corpo humano não é só isso, como a água é mais do que as suas partes componentes: os átomos de hidrogênio e de oxigênio não possuem qualquer das propriedades que identificam a água. Qual é, então, a diferença entre o dólar de substâncias químicas e o corpo humano, ou entre o oxigênio e o hidrogênio livres e a água? A diferença é a organização. O longo e lento movimento da Evolução pode ser descrito como a imposição gradual de ordem e organização. Como no caso do oxigênio, hidrogênio e água, quando passamos de um nível de organização para outro, passamos para algo qualitativamente diferente. O átomo corresponde a um nível de organização; a molécula, a outro.

Sabemos hoje que os seres vivos são constituídos de um número relativamente pequeno de elementos químicos, todos encontráveis, em formas mais simples, na película de terra e atmosfera em que vivemos. Mas, quando esses elementos estão organizados em uma célula, temos uma entidade com propriedades muito diferentes das que possuem os elementos isolados. Progredimos, a seguir, de células isoladas para organismos multicelulares. Isso ocorreu ao longo da Evolução e ocorre repetidamente ainda hoje, na medida em que cada animal ou planta multicelular se desenvolve a partir de uma única célula, o ovo fertilizado, e se torna algo mais do que um ovo e diferente de um ovo. Os organismos, por sua vez, organizam-se em populações, comunidades ou sociedades, nas quais o comportamento de cada organismo individual não é o mesmo que o do organismo em isolamento. Todos esses níveis de organização, da célula à sociedade, são os temas da Biologia. Neste livro passaremos pelos vários níveis de organização, começando pelos átomos e moléculas — como começou a vida — e examinando depois a célula viva e os processos que

nela ocorrem. Em seguida, observaremos a grande variedade dos grupos organizados de células, os organismos, plantas e animais, com atenção especial para o Homem. Finalmente, consideraremos as comunidades de organismos e tentaremos compreender o lugar do Homem na complexa teia da Vida.

A NATUREZA DA CIÊNCIA Antes de começar o estudo da natureza dos seres vivos convém considerar rapidamente a natureza da própria ciência; isso nos dirá alguma coisa acerca dos métodos que usaremos em nossas observações. A Ciência é um modo de buscar princípios de ordem no mundo natural. A Arte é outro modo, e a Religião ainda outro. A Ciência tem dois componentes separados: (1) evidência objetiva, baseada em observação ou em experimento ou na combinação de ambos — os dados; (2) a estruturação dos dados através do estabelecimento de conexões significativas entre eles. As grandes descobertas da Ciência não consistem na adição de novos fatos, mas na percepção de novas relações entre eles, na revelação de forma, de ordem e de significado no aparente caos factual.

Isso não quer dizer que os fatos não sejam importantes. São os fatos que perduram, que passam de um pesquisador para outro, de uma geração para a seguinte. É por isso que os cientistas insistem na objetividade; em qualquer ciência, as observações e os experimentos devem sempre ser relatados de modo que possam ser repetidos e verificados, e devem sempre ser repetidos e verificados antes de os incorporarmos ao conjunto do conhecimento. Os fatos são os sólidos blocos de construção, os elementos estruturais, teimosos e concretos, com os quais são erigidas as teorias e contra os quais se esfacelam os sonhos.

A maioria dos textos, e este não faz exceção, tendem a destacar o que hoje se conhece, mais do que o que não se conhece ou o modo pelo qual viemos a conhecer o que conhecemos. Essa tendência, embora compreensível, distorce, de algum modo, a natureza da Biologia e da Ciência em geral. A ciência moderna não é um acúmulo estático de fatos organizados de certo modo, e sim um corpo algo amorfo de conhecimentos que, além de crescer constantemente, desenvolvendo novos brotamentos e prolongamentos imprevisíveis, pode também mudar de repente toda a sua forma (como aconteceu com a Biologia no século XIX, com a aceitação da teoria da Evolução). A Ciência é dinâmica, não estática. Conseqüentemente, não pode ser contida em compêndios, ou bibliotecas, ou centros de coleta de informações. Trata-se de um processo que ocorre na mente de cientistas vivos.

Uma palavra final: não permita que nosso entusiasmo em contar a você tudo o que a Biologia descobriu o convença de que já se sabe tudo. Muitas perguntas ainda estão sem resposta. Mais importante, muitas boas perguntas ainda nem foram feitas. Talvez seja você o primeiro a fazê-las.

MÉTODO CIENTÍFICO

Na verdade, os cientistas encontram-se na situação de uma tribo primitiva que tenha empreendido fazer uma réplica do Empire State Building, sala por sala, sem nunca ter visto o prédio original ou mesmo uma fotografia. Seus planos de trabalho são, necessariamente, apenas grosseira aproximação da coisa real, concebida à base de relatos diversos fornecidos por viajantes interessados, muitas vezes conflitantes em pormenores. Para que, de algum modo, seja possível iniciar a construção, certas informações têm de ser ignoradas como errôneas ou impossíveis, e as primeiras construções mal passam de tapetas. Refinamento crescente, combinado com acumulação metódica de dados, obrigam a destruir as réplicas iniciais (sempre com discussões violentas), substituindo-as por versões mais atualizadas. Não é de se crer que a versão aceita ao fim de somente 300 anos de trabalho seja uma réplica apropriada do Empire State Building; mesmo assim, na ausência de conhecimento em contrário, a tribo tem de considerá-la como tal (e ignorar estórias estranhas de viajantes que não se enquadrem no esquema).

E.J. DuPraw: *Cell and Molecular Biology*, Academic Press, Inc., New York, 1968

PERGUNTAS

1. Qual é a diferença essencial entre as teorias de Evolução de Darwin e de Lamarck?
2. O principal predador de uma espécie inglesa de caramujo é um pássaro turdídeo. Os caramujos da mata têm carapaças escuras, enquanto os que vivem sobre a relva têm carapaças amarelas, que são menos facilmente visíveis contra o fundo mais claro. Explique, em termos dos princípios darwinianos.
3. A expressão "acaso e necessidade" foi aplicada ao processo pelo qual as espécies se desenvolvem. Relacione isso com o fato de os caramujos que vivem na relva não terem carapaças verdes, embora sejam bem conhecidas rãs verdes e insetos verdes.
4. Em termos gerais, como explicaria um reducionista moderno o amor, a religião, a criação de um grande trabalho de arte? Você se considera um vitalista ou um reducionista? Seria possível uma ciência baseada em alguma forma de vitalismo?

SUGESTÕES PARA LEITURA ADICIONAL

BAKER, JEFFREY J. W., and GARLAND E. ALLEN: *Hypothesis, Prediction, and Implication in Biology*, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., Reading, Mass., 1971.*

An introduction, with interesting examples, of the nature of scientific inquiry in the biological sciences.

DARWIN, CHARLES: *The Origin of Species by Means of Natural Selection, or The Preservation of Favored Races in the Struggle for Life*, Doubleday & Company, Inc., Garden City, N.Y., 1960.*

Darwin's "long argument." Every student of biology should, at the very least, browse through this book to catch its special flavor and to begin to understand its extraordinary force.

DARWIN, CHARLES: *The Voyage of the Beagle*, Natural History Library, Doubleday & Company, Inc., Garden City, N.Y., 1962.*

Darwin's own chronicle of the expedition on which he made the discoveries and observations that eventually led him to his theory of evolution. The sensitive, eager young Darwin that emerges from these pages is very unlike the image many of us have formed of him from his later portraits.

MOOREHEAD, ALAN: *Darwin and the Beagle*, Harper & Row, Publishing, Inc., New York, 1969.

A delightful narrative of Darwin's journey, beautifully illustrated with contemporary or near contemporary drawings, paintings, and lithographs.

TOULMIN, STEPHEN, and JUNE GOODFIELD: *The Discovery of Time*, Harper & Row, Publishers, Inc., New York, 1965.*

The historical development of our concepts of time as they relate to nature, human nature, and human society.

* Available in paperback.

Vertical line of text or artifacts on the right edge of the page.