

DA ORIGEM DA VIDA AO HOMEM

Parte I

A história da vida é não predizível nem necessariamente progressiva; os seres vivos, inclusive o homem, surgiram de uma série de eventos contingentes e fortuitos.

Stephen Jay Gould
(1942-2002)

MUCIO PIRAGIBE RIBEIRO DE BAKKER*
Contra-Almirante (Ref^o)

SUMÁRIO

- Apresentação
- Introdução
- O início – a vida
- A evolução
- A conquista dos continentes
 - A vida vegetal e animal
 - Os anfíbios
 - A regulação térmica: a homotermia
 - Os répteis
- Os mamíferos e as aves
- Os primatas
 - Características gerais
 - Categorias dos primatas
 - Principais especificações dos primatas
 - Os antropóides
- Apêndice I – A origem da vida – A biogênese
- Glossário

APRESENTAÇÃO

Não é apenas o futuro o único objeto de nossas indagações e incertezas. Ao buscarmos respostas sobre as nossas

origens e sobre os caminhos que percorremos no passado, certamente descobriremos muito sobre nós mesmos e sobre o que nos levou à inteligência, ao desenvolvimento cultural e à sociabilidade.

* Conferencista, escritor e colaborador frequente da *RMB*. Foi diretor da Escola de Guerra Naval, secretário da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar e diretor de Hidrografia e Navegação da Marinha.

Este trabalho representa um esforço de compilação no sentido de reunir observações e ensinamentos colhidos em diversas obras e publicações especializadas, acrescidos de comentários e interpretações próprios, com o objetivo de proporcionar ao leitor uma síntese da evolução da vida, desde o seu aparecimento até o homem. Assim, busca fornecer as respostas àquelas indagações e incertezas e também apontar os caminhos principais que levaram o homem a se tornar um animal dependente da cultura.

É certo que, com a nossa inteligência, aprendemos a afastar as pressões do meio ambiente e as ameaças da seleção natural. Mas o modelo de civilização que adotamos vem sistematicamente agredindo o meio ambiente e procurando o aquecimento excessivo da superfície da Terra, com a expectativa de mudanças climáticas, cujas consequências podem ser catastróficas. Também a população humana (cerca de 7 bilhões) concentrada em megalópoles de difícil administração, o consumismo, as desigualdades sociais, as drogas, a desagregação familiar, os desvios sexuais, a erotização da sociedade, o terrorismo, as tensões internacionais, os arsenais atômicos, principalmente, estão fazendo emergir em níveis surpreendentes a agressividade humana, os comportamentos antissociais e patológicos, os índices de criminalidade e até os riscos de uma hecatombe. Será que essas perspectivas sombrias para a nossa espécie constituem uma

**Decifrar o enigma de nossas
mais remotas origens e, assim,
restaurar a ancestral história
do homem é um problema
que ainda não foi resolvido
pelo progresso da ciência**

resposta evolutiva noutra dimensão, que ainda não compreendemos, mas que possa resultar em nossa autodestruição? Afinal, em uma guerra já ganha, duas bombas atômicas foram lançadas, destruindo duas cidades e matando um número incalculável de pessoas, apenas para permitir que “os rapazes voltassem mais cedo para casa”. (O autor)

Com todas as suas qualidades nobres... o homem ainda traz, em sua forma corporal, a marca indelével de sua origem inferior.

Charles Darwin
(1809-1882)

INTRODUÇÃO

Decifrar o enigma de nossas mais remotas origens e, assim, restaurar a ancestral história do homem é um problema que ainda não foi resolvido pelo progresso da ciência, mas que constitui um tema apaixonante,

no qual vários cientistas e pesquisadores se debruçam, procurando encontrar, nas profundezas do tempo, a trajetória de nosso caminho sobre a Terra, agora com o auxílio de novos e importantes trabalhos científicos que, por meio do estudo das moléculas dos organismos vivos, pretendem explicar os processos de nossa evolução.

O INÍCIO – A VIDA

Mas como surgiu a vida e como ela começou a evoluir? Tudo teve início após a formação do sistema solar. A Terra¹ foi

¹ Há 4,6 bilhões de anos, a Terra foi criada a partir de uma imensa nuvem de partículas de poeira e gás, que girava em torno de uma estrela recém-formada – o Sol – e que se aglutinou e, depois, se condensou. Indícios sugerem que pelo menos dois planetas surgiram a cerca de 150 milhões de km do Sol: a Terra e um pequeno planeta chamado Theia. Os dois mundos colidiram e pedaços de ambos formaram a Lua, há 4,5 Bilhões de anos. A Terra sofreu inúmeras colisões com objetos menores, ganhando mais massa aos poucos. No início, o planeta era completamente liquefeito, mas, à medida que crescia, foi esfriando e adquirindo uma crosta sólida. Gravidade suficiente foi gerada para reter uma atmosfera gasosa que incluía vapor d’água.

lentamente se resfriando, o que teria provocado, há cerca de 4,6 bilhões de anos, três acontecimentos de capital importância: a condensação da água e a formação dos oceanos primitivos; a criação de uma atmosfera composta de gás carbônico, de óxido de carbono, de metano e de nitrogênio, à exceção do oxigênio; e o aparecimento dos primeiros elementos da crosta terrestre. Estava, por conseguinte, formado o cenário que os cientistas denominavam de o “caldo primitivo” ou a “sopa primordial”, em que as trocas entre os elementos eram numerosas e ativas: a zona superficial dos oceanos mostrava-se particularmente favorável, pois recebia a energia solar e as descargas elétricas, constituindo-se em um lugar privilegiado de “trocas” com a atmosfera.

Atualmente, não há dúvida de que tais condições favoreceram o aparecimento de moléculas, de início bastante simples e depois cada vez mais complexas.

Na década de 1950, os químicos norte-americanos Stanley L. Miller e Harold Urey realizaram uma série de experimentos pioneiros que mostraram, de modo decisivo, como as primeiras formas de vida foram criadas. Miller e Urey conseguiram reproduzir a atmosfera primitiva em condições de laboratório. Em seguida, sujeitaram a mistura de gases a descargas elétricas que simulavam os raios que teriam atingido a Terra a cerca de 4 a 5 bilhões de anos. Após poucos dias, verificou-se que a “sopa primitiva” nos tubos de ensaio continha o aminoácido glicina, um dos blocos formadores de proteína.

Os primeiros passos dados em direção ao surgimento da vida foram, provavelmente, verificados na lama do assoalho

oceânico, o único lugar onde as formas primitivas de vida estariam protegidas dos raios ultravioleta do Sol. Assim, no Pré-Cambriano, há 3,8 bilhões de anos, surgia a primeira forma de vida, consistindo de organismos unicelulares primitivos. Essas formas primitivas, aliás, ainda não constituíam a vida, mas o que se convencionou chamar de “pré-vida”. Os agregados moleculares, cada vez mais complexos, ao associarem proteínas e ácidos nucleicos, dotavam-se, por acaso, de uma membrana. Nasceu a célula, uma proto-bactéria (ver Apêndice 1).

De repente, portanto, realizava-se o impossível, e para isso fora necessário mais de 1 bilhão de anos de intensa atividade – ou mesmo de evolução – química.

As mais antigas formas de bactérias atestam a antiguidade da vida: pelo menos 3,5 bilhões de anos

As mais antigas formas de bactérias, as algas unicelulares verde-azuladas, encontradas fossilizadas nas rochas da Groenlândia, da África do Sul e da Austrália, atestam a antiguidade

da vida: pelo menos 3,5 bilhões de anos. Essas bactérias e cianobactérias parecem idênticas a algumas de suas descendentes atuais, fenômeno este pouco surpreendente, uma vez que todas as bactérias se reproduzem por cissiparidade (esquizogênese), o que, salvo as mutações, tendem a reproduzir, indefinidamente, as células de origem.

A EVOLUÇÃO

A partir desse organismo muito simples – mas dotado de uma longa cadeia de ADN, portadora da mensagem genética – a vida poderia acompanhar as intuições de Darwin e evoluir, preservando a mensagem do ADN, já presente na mais antiga célula conhecida e que garantia a unidade dos seres vivos. Na ausência de oxigênio livre, todo esse peque-

no mundo vivia em meio anaeróbico (sem ar), como ocorre ainda hoje com inúmeras bactérias. Entretanto, algumas bactérias sob a luz solar aprenderam a extrair o hidrogênio que lhes era necessário decompondo a molécula de água e liberando, ao mesmo tempo, como subproduto, o átomo de oxigênio. A decomposição da molécula de água, sob a ação da energia solar, a fotossíntese, acarretaria duas consequências fundamentais: a liberação de oxigênio na atmosfera terrestre, o que viria produzir organismos aeróbios (que vivem no ar), os únicos capazes de evoluir para níveis superiores; e a decomposição de parte desse oxigênio em ozônio, que forneceria ao planeta o escudo protetor dos excessos mortais da radiação ultravioleta. A vida, que até então se limitava à

água – meio que exerce, poderosamente, a filtragem dos raios ultravioleta –, agora, sob a proteção da camada de ozônio, poderia ter acesso às terras emersas.

Ao desenvolver-se, a vida se torna mais complexa: a célula inicial aprende as virtudes da associação. Células dotadas de funções quase idênticas se agrupam, de início em colônias; depois, seus papéis se diversificam. Imaginada como uma árvore, a evolução mostraria, de início, um tronco comum que começa com as moléculas orgânicas esparsas

e chega até o aparecimento das primitivas células². Estas devem ter sido muito simples, muito mais simples que as atuais bactérias. Depois, o tronco produz dois grandes ramos: por um lado, prosseguem as células que conquistaram o processo da fotossíntese e se tornaram autótrofas; por outro, seguem as que não fazem a fotossíntese e se alimentam das que fazem – são nossos antepassados heterótrofos. Estes ramos são os antecessores dos vegetais unicelulares – as algas – e dos animais unicelulares – os protozoários (protozoário, em grego, significa “animal que precede”), os quais apareceram, pela primeira vez, no registro fóssil há cerca de 800 milhões de anos.

De início, tanto as colônias de algas como as de protozoários devem ter sido constitu-

ídas por células iguais entre si. Depois, numa nova bifurcação, terão aparecido colônias nas quais as várias funções – alimentação, movimento etc. – se dividiram entre grupos de células especializadas. É o limiar do aparecimento dos tecidos.

O tronco primitivo, que foi das moléculas orgânicas até as primeiras células, está completamente extinto. Os vírus atuais não são seres continuadores, porque são incapazes de manter-se autonomamente. Sua simplicidade estrutural deriva da adap-

Ao desenvolver-se, a vida se torna mais complexa: a célula inicial aprende as virtudes da associação

2 As formas de vida mais primitivas eram células isoladas, sem núcleo, conhecidas como procariotas. Com a evolução da vida, diferentes partes da célula adotaram funções específicas, e o material genético passou a estar concentrado em uma área denominada núcleo, limitado por uma membrana. Células com núcleo são chamadas eucariotas e surgiram há 2,1 bilhões de anos. São mais organizadas e puderam evoluir para formas de vida mais complexas. Todo ser multicelular é eucariota, ao passo que todas as bactérias são procariotas. A vida não é algo fácil de se definir. Uma de suas características gerais reside na composição química de todos os seres vivos: macromoléculas de compostos de carbono e moléculas como proteínas, ácidos nucleicos, carboidratos ou lipídeos, que consistem em inúmeros átomos em diversas combinações. Como regra geral, essas moléculas orgânicas podem ser divididas em moléculas funcionais, que executam funções vitais, e moléculas de informação (ADN), que carregam o código genético. É muito provável que o passo decisivo em direção ao desenvolvimento da vida resulte na interação bem-sucedida desses dois tipos de moléculas. A cooperação de blocos de vida em unidades cada vez maiores e mais complexas, como a organização celular dos seres vivos, representa, talvez, a característica mais significativa da vida.

tação à vida parasitária. Quanto aos ramos que vieram do tronco inicial – unicelulares vegetais e animais, colônias simples de algas e protozoários e colônias com células especializadas – todos sobreviveram até hoje, mostrando que eram formas viáveis de adaptação. Mas o aparecimento de animais formados de tecidos verdadeiros, criando órgãos e unindo-se em organismos, ocorrem por intermédio de formas de transição, como os metazoários (“animais posteriores”), que evoluíram a partir de 720 milhões de anos, quase no final do Pré-Cambriano.

A evolução complica-se desde o aparecimento da sexualidade e divide-se em vários filões; cada filão, como os filões vegetais³, tem uma história própria, e cada uma delas deve ser considerada separadamente.

A “invenção” da sexualidade aceleraria a diversidade genética, combinando os genes de dois indivíduos diferentes, o que seria muito favorável à evolução das espécies, ao permitir-lhes, por meio de variações incessantes, a adaptação a novos meios e a ocupação de todos os nichos ecológicos compatíveis com a sua sobrevivência.

A CONQUISTA DOS CONTINENTES

A vida vegetal e animal

A vida, através do reino vegetal, lança-se à conquista de um novo mundo: os conti-

nentes e a atmosfera. A primeira invasão das “plantas”, sobre a qual não há muita certeza quanto a datas, teria ocorrido, para alguns, no Cambriano, com os líquens e musgos; para outros, teria sido no Siluriano, com as algas pluricelulares e, depois, com as pteridófitas (ancestrais das samambaias). As algas pluricelulares desenvolveram-se na água, e as mais próximas da superfície eram, como o são atualmente, as mais beneficiadas pela energia solar. Algumas, nas lagunas e nos estuários, estenderam ramificações para fora d’água e sobre a terra. Logo o mundo vegetal passou a desenvolver-se por toda a parte, ocupando to-

dos os nichos ecológicos e preparando o advento do mundo animal, a que asseguraria a alimentação básica.

No Devoniano, a paisagem das terras emersas, antes árida e desolada, modifica-se rapidamente: algo que

se pode chamar de início de florestas está surgindo pela primeira vez.

Enquanto isso, a vida animal formava-se no fundo do oceano, onde já fervilhava. Os primeiros vestígios fósseis de animais identificáveis, à exceção das bactérias, remontam a 680 milhões de anos. São organismos muito simples, que evocam medusas, vermes, larvas dos primeiros artrópodes, antepassados dos crustáceos e insetos. Mais tarde, durante a Era Paleozoica (de 600 a 250 milhões de anos, aproximadamente), surgem o esqueleto externo dos artrópodes e o interno dos

Os primeiros animais de que há notícias no ar seco são os artrópodes, ancestrais da classe das aranhas e escorpiões

3 Na história dos seres vivos, especialmente dos vegetais, dois pontos apresentam uma certa obscuridade: a origem dos vírus e a dos fungos. Não é difícil imaginar os vírus como descendentes superespecializados das bactérias que se adaptaram ao parasitismo. Quanto aos fungos, é mais complicado: eles são vegetais que perderam a capacidade da fotossíntese e se adaptaram, com extraordinário sucesso, a várias modalidades de parasitismo e heterotrofismo, aproveitando tanto seres vivos como cadáveres, restos etc. São, com certeza, derivados das algas; mas de quais algas e quando se derivaram é impossível dizer. Não há testemunho fóssil, e os resultados da morfologia comparada são incertos. Os líquens são um caso muito especial: a associação permanente entre seres de dois filões diversos – algas e fungos. Os descendentes que deram o primeiro salto para o ar seco foram os musgos, ainda hoje muito comuns.

vertebrados, que representarão papel de destacada importância ao permitirem a esses dois filios um desenvolvimento excepcional.

A segunda invasão do novo mundo (continentes e atmosfera) foi a dos invertebrados (provavelmente encabeçada pelos artrópodes) no Ordoviciano e no Siluriano; a terceira, a dos vertebrados, no Devoniano.

Os primeiros animais de que há notícias no ar seco são os artrópodes (euríptérides), ancestrais da classe das aranhas e escorpiões. É uma invasão tímida. São animais que mal conquistaram o ambiente semisseco da faixa das marés e, como os caranguejos atuais, não podem passar senão algumas horas fora d'água. Mas logo outros seguirão seu exemplo, especialmente os que já adquiriram a forma de peixes

primitivos: é destes que virá a invasão dos vertebrados no Devoniano, há cerca de 400 a 350 milhões de anos, aproximadamente.

Os anfíbios

Foi dentro d'água que os vertebrados se calcificaram e criaram um esqueleto ósseo, sem o qual seria impossível sustentarem-se fora d'água

Um dos primeiros vertebrados que invadiram os continentes devonianos foi um dos anfíbios (vida dupla) mais primitivos (*Ichtiostega eugeli*), seguido logo por outro (crossoptérgio) – figura 1. Suas quatro nadadeiras são nitidamente patas em

evolução; e de grupos destes tipos devem ter evoluído os anfíbios, que foram os primeiros animais grandes a viverem no vasto ambiente dos continentes. Até então, só houvera animais de grande porte dentro d'água, onde todas as condições prévias se estabeleceram para permitir a colonização dos continentes pelos

anfíbios no Devoniano, especialmente devido à extensa rede de charcos que se formou nesse período. Assim, foi dentro d'água que a notocorda se cercou de vértebras, criando um esqueleto leve e flexível, capaz de sustentar animais grandes e rápidos ao mesmo tempo. Foi dentro d'água que esses vertebrados se calcificaram e criaram um esqueleto ósseo⁴,

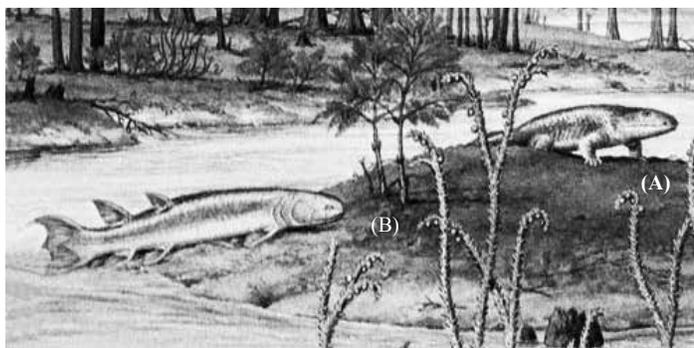


Figura 1 – Na figura, vê-se (A) um dos anfíbios mais primitivos, o *Ichtiostega eugeli*, um dos primeiros vertebrados que invadiram os continentes devonianos. A seu lado (B), um crossoptérgio, peixe que deu origem a algumas espécies ainda hoje vivas

4 Os peixes ósseos apareceram nas águas doces, no Devoniano, e imediatamente se tornaram predominantes. Logo no início, dividiam-se em dois grupos: os sarcoptérgios e os actinoptérgios. Dos primeiros evoluíram os anfíbios, e dos segundos os grandes predadores que reconquistaram os mares. Já os peixes cartilaginosos, como os tubarões e raias, mantiveram-se inalterados e primitivos desde que surgiram. Um tubarão devoniano e um atual são tão semelhantes que um leigo não os distinguiria. São, à sua maneira, animais bem-sucedidos, como mostra a sua existência através de um longo tempo geológico. Os peixes ósseos, por outro lado, viriam a ter uma prodigiosa carreira, produzindo os anfíbios e quase todos os peixes modernos.

sem o qual seria impossível sustentarem-se fora d'água. Foram, ainda, dentro d'água que apareceram a mandíbula (no Siluriano), as nadadeiras-patas e os olhos aperfeiçoados. A mandíbula permitiu explorar um modo de vida predatório que o esqueleto leve e flexível tornara possível. Por fim, no Carbonífero (360 a 286 milhões de anos, aproximadamente), grande número de espécies anfíbias se arrastava pelos charcos, nadava atrás de peixes, pastava nas margens dos lagos. Eram animais que iam desde o tamanho de um sapo até o de um crocodilo. Dentro d'água, predominavam os grandes predadores (actinoptério), que colonizavam os oceanos, rios e lagos.

Iniciada a conquista dos continentes, a evolução tratava de munir o invasor dos requisitos necessários: por um lado, um esqueleto sólido, capaz de suportar o peso de um corpo que o impulso de Arquimedes não mais ajudava; por outro, mecanismos reguladores (rins) aptos a preservar o meio interior, rico em sal, dos animais originários do mar⁵. Outras grandes etapas foram: a evolução dos pneumobrânquios em pulmões, da primeira fenda branquial, ou espiráculo⁶, em ouvido externo, e o aparecimento da regulação térmica.

A regulação térmica: a homotermia

Nos oceanos, meio em que são pequenas as variações de temperatura, devido à boa condutibilidade do calor, apresentado pela água, que o distribui equitativamente, o problema inexistia. O mesmo não ocorre com relação à terra. Os primeiros invasores, anfíbios e répteis, eram animais de sangue frio, cuja temperatura interna varia em fun-

ção da temperatura externa. Os primeiros animais que conseguiram libertar-se dessas limitações térmicas (os últimos dinossauros, sem dúvida) só auferiram benefícios de tal fato: permaneciam ativos por períodos mais longos e podiam reproduzir-se em zonas temperadas ou frias. Os principais beneficiários do novo sistema foram as aves, sobrinhas afastadas dos dinossauros, e os mamíferos, que surgiram, mais ou menos à mesma época, de um grupo de répteis (pelicossauros e terapsídeos).

Isso marca o aparecimento do “sangue quente”, a homotermia ou termorregulação, essa capacidade que aves e mamíferos possuem de regular sua própria temperatura pela queima de glicose. Essa conquista evolutiva constituirá um importante fator quando aves e mamíferos forem disputar os ambientes. A homotermia oferecia ainda uma vantagem suplementar e decisiva: favorecia o desenvolvimento do encéfalo. A partir de então o cérebro réptil envolver-se-ia, pouco a pouco, nas evoluções de uma massa cinzenta cada vez mais rica.

Os répteis

O réptil primitivo pode ser considerado um anfíbio cuja pele e ovo se tornaram impermeáveis, uma conquista que deve ter ocorrido no Carbonífero. O ovo dos répteis é uma espécie de “cápsula” que torna o embrião autônomo até o momento em que pode surgir como um ser completo, eliminando a fase aquática pela qual passam os anfíbios.

Com a obtenção do ovo impermeável e autônomo, poucos detalhes faltavam para o surgimento de répteis integralmente

5 *L'eau de mer, milieu organique* (René Quinton, 1906): “A vida animal, que apareceu como célula no mar, tende a manter, para seu auto funcionamento celular, através a série zoológica, as células constituintes, no meio marinho das origens.”

6 Os peixes possuem apenas uma câmara interna do ouvido, profundamente enterrada nos ossos do crânio, sem tímpano nem comunicação com o exterior; dentro dela estão os canais semicirculares que servem de equilíbrio. Nos anfíbios, o espiráculo tornou-se o ouvido externo, dotado de tímpano.

terrestres. O principal deles foi a impermeabilização da pele: as glândulas de muco e a pele úmida dos anfíbios desapareceram, dando lugar a uma pele queratinizada, da qual são herdeiros os mamíferos e as aves; ela recobriu-se de escamas que, mais tarde, se transformaram em penas e pelos.

Nas florestas mais secas que circundavam os charcos continentais do Carbonífero, havia um “vácuo ecológico” que, certamente, os anfíbios, já transformados em répteis primitivos, ocupavam. Com a progressiva conquista das terras secas, a impermeabilização da pele foi se tornando mais efetiva e surgiu o ovo dos répteis chocado pelo calor solar.⁷

O réptil típico é, portanto, um animal que, ao contrário dos anfíbios, possui pele impermeável e ovo que se desenvolve no ar seco. Não precisa de água, se não para beber. O seu esqueleto é completamente ossificado: isso está

associado a membros que podem erguer o animal do chão de forma mais eficiente que a dos anfíbios. Os répteis movem-se melhor no ambiente aéreo, enquanto os anfíbios se mostram mais à vontade na água. Outras características menos visíveis, como a estrutura do coração e a circulação pulmonar, revelam melhor adaptação à vida terrestre. Entretanto, apesar dessas importantes adaptações, os répteis constituem apenas o primeiro degrau em direção aos animais tipicamente terrestres, pois ainda não conseguiram realizar a conquista definitiva do novo ambiente aéreo, a atmosfera: faltou-lhes

uma nova adaptação também muito importante – a homotermia –, que só foi conseguida por descendentes seus: as aves e os mamíferos.

Na realidade, a diferença entre aves e mamíferos de um lado e peixes e répteis do outro é que os primeiros são capazes de manter suas temperaturas médias constantes, apesar da temperatura do ambiente, e os segundos não. Os animais de “sangue frio”, ou melhor, os paquilotermos, são seres cujas temperaturas dependem muito mais daquela do ambiente.

Répteis são, pois, animais adaptados apenas às regiões quentes da atmosfera. Não há lagartos ou cobras nas regiões polares. Mesmo nas zonas temperadas, não são comuns. Onde há alternância pronunciada de estações, vários deles atravessam os meses frios usando o mesmo artifício dos anfíbios

destas regiões: hibernam. Metem-se em buracos ou entre frestas de rochas, longe do contato com o ar resfriado, em estado de metabolismo muitíssimo retardado. Só com a volta do calor é que emergem desta semivida e voltam à atividade. As tartarugas sofrem as mesmas restrições geográficas e os coerodilianos dificilmente se aventuram para fora dos trópicos.

A história inicial dos répteis registra o aparecimento de dois grupos de grande importância: os tecodontes e os pelicosauros. Dos tecodontes emergiram quase todas as grandes dinastias reptilianas, sob o nome genérico de arcossauros (que significa “répteis dominantes”): dinossauros,

O réptil típico é um animal que, ao contrário dos anfíbios, possui pele impermeável e ovo que se desenvolve no ar seco. Não precisa de água, se não para beber

⁷ O primeiro ovo reptiliano deve ter sido “mais ou menos” impermeável, como o dos gimnofionos (animais cordados, anfíbios, de corpo vermiforme) e o das tartarugas, que enterravam seus ovos em areia úmida.

crocodilos, jacarés, répteis voadores e aves. Ao lado dos arcossauros, desenvolveram-se ordens menos importantes: as tartarugas, os escamados e os que regressaram à água⁸. Mas o grupo dominante de répteis entre o fim do Germiano (245 milhões de anos) e começo do Terciário (65 milhões de anos) foi aquele que levaria à formação dos mamíferos, que não vieram de répteis evoluídos, mas de um grupo muito primitivo, os pelicossauros, surgidos logo no começo da diversificação dos répteis. Esses pelicossauros prosperaram e, entre eles, se formaram os terapsídeos⁹. Quando as grandes ordens reptilianas foram exterminadas é que dos terapsídeos sobreviventes emergiram os mamíferos.

OS MAMÍFEROS E AS AVES

Os mamíferos são animais que alimentam seus filhotes de uma maneira única no reino animal: com leite. Além dessa particularidade, várias outras características são peculiares ao grupo.

Como as aves, os mamíferos são animais de sangue quente, isto é, conseguem regular a temperatura de seus próprios corpos. Recorrem, para isso, a vários artifícios. O primeiro, e também o fundamental, relaciona-se com a capacidade de queimar

glicogênio – em quantidade certa e na hora certa –, respondendo às mudanças de temperatura externa. Além disso, outros aperfeiçoamentos foram reduzidos para melhorar essa estabilização. Os pelos têm, para os mamíferos, a mesma função que as penas para as aves: servem de reguladores térmicos. Quando a temperatura do corpo é muito baixa, eles se assentam uns sobre os outros, produzindo uma “capa” contínua de queratina, que é um bom isolante térmico. Quando a temperatura se eleva em excesso, os pelos (e as penas) se erguem, permi-

Como as aves, os mamíferos são animais de sangue quente, isto é, conseguem regular a temperatura de seus próprios corpos

tindo que o ar circule entre eles, refrescando, assim, a pele. Juntamente com os pelos, desenvolvem-se nos mamíferos as glândulas sudoríparas, que, evaporando suor, permitem abaixar a temperatura da pele. Também o sistema circulatório se aperfeiçoou e, com ele,

o aparelho respiratório.

Todas essas características estão relacionadas com o complexo sistema que se chama homotermia e que, provavelmente, foi decisivo na supremacia que aves e mamíferos conseguiram em relação aos répteis. Graças à capacidade de manter uniforme sua temperatura, aves e mamíferos conseguiram ocupar ambientes frios, proibidos aos répteis. Foi ainda essa capacidade que lhes permitiu disputar, com

8 Dos répteis que regressaram à água, a tartaruga foi o único que sobreviveu e manteve uma forma terrestre, que é o cágado; os ictiossauros e os plesiossauros surgiram e se extinguíram no Mesozóico (245 a 65 milhões de anos, aproximadamente). Os escamados, répteis abundantes atualmente, são os lagartos e as cobras. As cobras originaram-se dos lagartos, no Cretáceo (144 a 65 milhões de anos), quando as gramíneas se espalharam, criando as estepes e pradarias. Nesse mar de grama, para animais pequenos as pernas seriam desnecessárias. Por essa época, existiram alguns tipos alongados de lagartos, como os mosassauros (aquáticos), dos quais as cobras poderiam ter evoluído.

9 Alguns zoólogos consideram os terapsídeos como o elo de transição entre os répteis e os mamíferos, a ponto de chamá-los de “répteis-mamíferos”. Neles, várias características dos pelicossauros foram aperfeiçoadas. Caminhavam já eretos sobre as patas – o que lhes deve ter sido muito útil, pois eram os mais ferozes predadores do seu tempo. Sua dentição já era semelhante à dos mamíferos.

vantagem, os ambientes antes dominados por répteis. Estes só puderam ocupar grande parte dos ambientes terrestres pelo simples motivo de que nenhum animal de grande porte a ocupava antes deles. Mas, com o surgir das aves e dos mamíferos, eles o perderam: estes últimos estavam mais bem equipados para o meio continental. Em contato com o ar, ao contrário do que ocorre na água, as variações de temperatura são muito grandes. Os répteis estavam ainda imperfeitamente adaptados a esse ambiente. É muito provável que as variações de temperatura do fim do Cretáceo (144 a 65 milhões de anos, aproximadamente) estejam entre os fatores que definitivamente os exterminaram.

As aves originaram-se dos pequenos tecodontes bípedes, os quais desapareceram nos fins do Triássico (200 milhões de anos) ou começo do Jurássico (170 milhões de anos, aproximadamente). Em todo caso, antes de sumirem, um pequeno grupo desses bípedes adquiriu hábitos arborícolas. Entre esses tecodontes arborícolas, um novo grupo apareceu, e suas escamas, por mutação, começaram a se transformar em penas, ainda “protopenas”, as quais inicialmente seriam do tamanho das escamas ou pouco maiores. As proavis, nome com que foram batizados esses mutantes, não tinham bicos, mas dentes. Suas patas dianteiras não deviam ser ainda verdadeiras asas. Serviam tanto para agarrar quanto para palmar (figura 2). Porém, entre o grupo de proavis, isto é, entre aqueles que começavam a saltar,

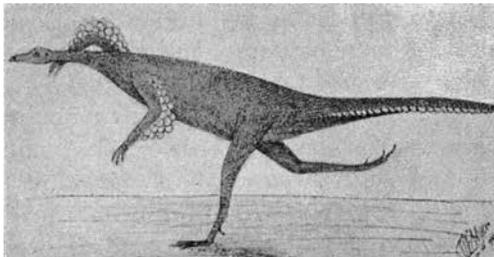


Figura 2 – Proavis

planando de galho em galho, iniciou-se uma segunda etapa de seleção, que prosseguiu até o desenvolvimento completo das penas e o processo de voo se estabelecer, em sua forma mais eficiente (figura 3), evoluindo para produzir os diferentes tipos de voo, adaptados a ambientes diversos: o voo planado das aves de montanha e do mar, o mergulho fulminante das aves de rapina e assim por diante. Depois que uma eficiência geral foi obtida no voo, a seleção passou a dar-se sobre eficiências especiais para este ou aquele ambiente. Não há um voo “ideal”. Existem apenas voos melhores para certo tipo de vida e piores para outros.

Algumas aves perderam o uso das asas e do voo. Na espetacular ocupação que elas fizeram no planeta, introduziram-se em ambientes, como o mar e a planície, onde o voo pode ser eliminado. Os pinguins adaptaram-se a um tipo de vida em que perderam as asas. Também as aves corredoras, depois de terem explorado o voo, regressaram à vida terrestre: avestruzes, emas, emus e casuárias. Outras aves, como os galináceos, perderam a capacidade do voo completo, mas tornaram-se excelentes bípedes corredores ou trepadores, auxilia-



Figura 3

dos pelas asas que lhes permitem o impulso para um voo curto ou saltado.

Um caso interessante de especialização do voo é o colibri, que, com uma batida de asas tão rápida, fica até difícil de imaginar como a contração muscular possa ser controlada por impulsos nervosos sucessivos.

Como os homens, mas em contraste com a imensa maioria dos mamíferos, as aves dependem muito mais da vista do que do olfato. Quem voa pesquisa o terreno de forma muito mais eficiente com os olhos do que com o nariz. É uma ilusão muito comum acreditar que o urubu se orienta pelo cheiro da carniça: ele procura seu alimento sobre o chão com os olhos – à altura em que se encontra, o cheiro dificilmente pode atingi-lo.

Alguns mamíferos arborícolas e seus descendentes têm bons olhos. Nenhum, entretanto, atinge a perfeição dos olhos das aves. Estes possuem mecanismos para compensar as rápidas compressões e descompressões trazidas pelo voo. As aves de rapina aperfeiçoaram seus olhos a ponto de torná-los instrumentos de grande precisão. O falcão-peregrino, por exemplo, localiza presas em pleno ar e abate-se sobre elas, à espantosa velocidade de 300 km por hora. Localizar no chão um objeto pequeno, do tamanho de um pardal, requer bons olhos. Situá-lo corretamente quando se move no ar, isto é, sem nada à sua volta que possa servir como referência, exige olhos dotados de precisão, idêntica à de dois bons telescópicos acoplados. Atingi-lo sem errar um centímetro à velocidade do falcão-peregrino (figura 4) é quase um milagre.

É interessante observar que, na evolução dos répteis para as aves, estas mantiveram o ovo como método de reprodução, o que veio a representar a única alternativa bem-sucedida para a viviparidade dos mamíferos. Elas mantiveram o ovo, é verdade, mas, ao contrário dos répteis, cuidam dele

e, depois, dos filhotes recém-nascidos. Os atuais jacarés cuidam dos ovos chocados pelo Sol, apenas para impedir que os predadores os devorem. Não há, praticamente, relação entre os filhotes recém-nascidos e a mãe. O cuidado tem por finalidade permitir que um maior número da espécie atinja a fase da eclosão do ovo.

O ninho das aves é coisa bem diversa. Os embriões da ave, como os mamíferos, não se desenvolvem senão a uma temperatura média alta e constante, que seria, talvez, o preço pago pela homotermia. Comparado com a viviparidade, esse processo parece ineficiente. Mas não é: as aves têm se arranjado muito bem com ele. Apenas o mar fica vedado às aves, como ambiente permanente, porque não há jeito de se fazer um ninho dentro d'água, a não ser à temperatura desta.

Além do período do choco (isto é, da necessidade do calor constante), é depois do nascimento do filhote que aparece a

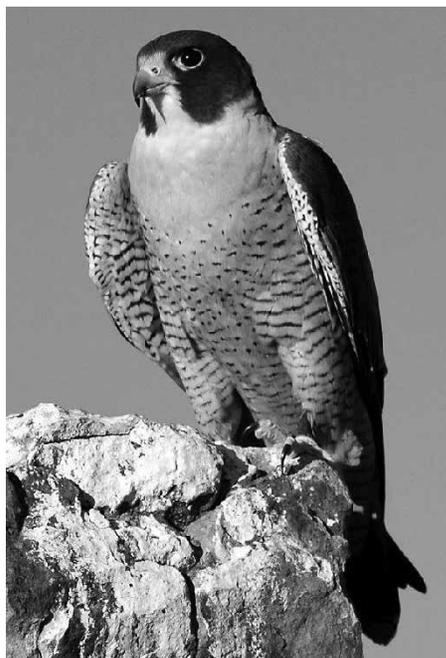


Figura 4 – Falcão-peregrino

outra grande diferença entre répteis e aves. O filhote da ave é cuidado, alimentado e “ensinado”. Sabe-se hoje que o aprendizado desempenha um papel muito importante nas primeiras fases do desenvolvimento do filhote da ave, embora tenha características algo diversas daquele dos mamíferos e seja mais limitado. As aves são menos inteligentes, aprendem menos, mas aprendem algumas coisas de forma especial.

As aves podem ter representado uma tentativa divergente para se obter os mesmos resultados conseguidos com os mamíferos, sem sacrificar o ovo. Tanto que, entre os mamíferos inferiores, existe, ainda, um terceiro grupo: os monotremos – equídnas e ornitorrincos –, que se comportam como aves: põem ovos e cuidam do ninho.

O que foi dito sobre as aves explica, em parte, por que a viviparidade se estabeleceu em uma classe inteira. Como o choco nas aves, ela é uma necessidade advinda da homotermia. Mas, da mesma forma, não é senão uma parte do programa de cuidado da prole desenvolvido pelos mamíferos: seus filhotes não são apenas “incubados” no ventre da mãe, mas também cuidados pelos pais.

De acordo com seu tipo, os mamíferos dividem-se em prototéria, metatéria e eutéria, nomes impróprios, mas tradicionais. Impróprios porque *theria*, em grego, significa placenta; os prototéria (equídnas e ornitorrincos), que seriam os “placenta inicial”, não têm placenta alguma; e os metatéria – meta significa “além, posterior” – são os marsupiais. Só o nome eutéria, ou “placenta verdadeira”, designando as demais ordens, é correto.

Os marsupiais são vivíparos incompletos, algo entre os placentários verdadeiros e os ovíparos. A fecundação, como em todos os mamíferos, é interna, mas o desenvolvimento do embrião não se dá dentro da mãe. No parto, o organismo materno expulsa um

pequeno ser cego, completamente incapaz de sobreviver, dotado de pouquíssimos reflexos, devido à imaturidade do sistema nervoso. Ele é colocado pela mãe numa bolsa ventral, onde faz a única coisa que sabe: agarrado ao pelo materno, move-se em direção às mamas e, chupando estas, se fixa numa delas, lá ficando até completar seu desenvolvimento.

Em todos os outros mamíferos, a viviparidade foi levada até suas últimas consequências. O ovo, já desaparecido nos marsupiais, é substituído por um completo desenvolvimento interno. A viviparidade é, certamente, um sistema muito mais aperfeiçoado que o choco das aves. Da mesma forma o é a segunda fase do cuidado da prole: a amamentação. Mas a terceira fase, a educação, é decisiva na superioridade dos mamíferos. Na história da classe, as três fases devem ter se desenvolvido de maneira complementar e integrada. Assim, a perda dos ovos representa apenas um detalhe na aquisição de nova maneira de educar a prole e utilizar o cérebro.

Os primeiros mamíferos surgiram no fim do Triássico (208 milhões de anos, aproximadamente) e eram criaturas insignificantes, do tamanho de ratos. No Jurássico (160 milhões de anos), ocorreram novos processos evolutivos, sobretudo na adaptação craniana dos mamíferos, os quais atingiram sua expansão máxima durante o Cretáceo (100 a 75 milhões de anos), quando devem ter evoluído dos primeiros marsupiais e placentários (insetívoros). Aliás, todos os grupos iniciais de mamíferos tinham algo em comum: deviam ser caçadores de insetos e outros pequenos animais. Essa predação modesta, que se desenvolvia entre pedras e ervas, pode parecer insignificante, porém dependia mais da astúcia que da força, e seus competidores não eram os répteis gigantescos, mas os pequenos lagartos e tecodontes. Foi essa

pequena competição, então insignificante, que os mamíferos inicialmente venceram. E, quando os grande répteis declinaram, a nova grande arma – o cérebro – forjada nessa luta obscura já estava pronta.

Supõe-se que os primeiros placentários foram, provavelmente, do tipo insetívoro, e um animal que muito se aproxima desses antigos placentários é o musaranho (figura 5). Desde que a idade dos répteis se encerrou, deixando vago grande número de nichos ecológicos, os pequenos placentários, do tipo musaranho, venceram a concorrência com outros grupos e os ocuparam. Durante o Paleoceno (60 milhões de anos atrás), rapidamente, desses primeiros insetívoros evoluíram as várias ordens bem-sucedidas de mamíferos, inclusive o ancestral primata. No Eoceno (45 milhões de anos, aproximadamente), as linhas principais da evolução dos mamíferos já estavam estabelecidas. Poucos dos insetívoros originais sobreviveram, mas todas as grandes dinastias de mamíferos, da baleia ao rato, descendem destes modestos ancestrais.

Os primeiros placentários – os insetívoros – eram, à sua maneira, carnívoros: comiam insetos, pequenos bichos e ovos. Nada mais normal, portanto, que, iniciado o declínio dos répteis, o primeiro grupo a evoluir dos insetívoros para ocupar o “vá-



Figura 5 – Um musaranho do sudeste da Ásia.

O ancestral primata era provavelmente um animal pequeno, noturno, que vivia em árvores alimentando-se de insetos, assim como fazem hoje os musaranhos

cuo ecológico” deixado pelos sauros tenha sido o de carnívoros. Mas, do ponto de vista ecológico, os carnívoros precisam de espécies herbívoras. E, de fato, à medida que o número de carnívoros placentários primitivos crescia, aumentava também o número dos que tinham evoluído para herbívoros primitivos. Estes ficaram conhecidos pela designação de “ungulados primitivos”.

O grupo dos ungulados – animais que caminham sobre as unhas – é bastante artificial, englobando bois, tapires, elefantes, porcos, camelos, cavalos etc.

A maioria dos grandes herbívoros modernos deve ter se diferenciado a partir dos “ungulados primitivos”, animais que correram pelas pradarias do fim do Cretáceo (80 milhões de anos). Porém, à medida que dos insetívoros se diferenciavam espécies de herbívoros volumosos, surgiram os carnívoros primitivos, os creodontes. Foi a partir dos creodontes que emergiram os felinos, as hienas, os canídeos, os ursos e mais algumas famílias de caçadores. Desenvolveram-se também os carnívoros marinhos: focas e leões marinhos que, em vez de caçar outros mamíferos ou aves, caçam peixes.

É preciso considerar, no entanto, que outros carnívoros placentários não estão incluídos na ordem dos carnívoros. São agrupados, junto com as baleias e os delfins, na ordem dos cetáceos, como é o caso da orca, um temível caçador marinho. São também excluídos da ordem dos carnívoros os morcegos, os desdentados e macacos que comem carne.

A primeira invasão dos mares pelos vertebrados foi a dos teleosteos surgidos nos rios, no Devoniano, os actinoptérigeos. Durante o Mesozóico, grupos de répteis também invadiram os mares, adquirindo formas hidrodinâmicas: os plesiossauros e os ictiossauros. No Cenozóico, foi a vez dos mamíferos. Desaparecidos os répteis, surgiram os cetáceos, sirenídeos e pinipédios.

Estes invasores tiveram origens diversas. Os pinipédios – focas e leões marinhos (otárias) – derivaram de carnívoros; e os sirenídeos – peixe-boi –, talvez, de um grupo aparentado com o elefante. A única ordem de mamíferos integralmente marinha e muito bem-sucedida é a dos cetáceos. É provável que se tenham originado entre os carnívoros colodontes do Paleoceno: um grupo que trocou as pradarias e florestas pelas praias e, depois, pelas ondas de mar aberto (atualmente, um grupo de zoólogos e pesquisadores acredita que as baleias descendem dos mesmos ancestrais de hipopótamos e camelos – os artiodáctilos).

Como nos sirenídeos, as pernas dianteiras transformaram-se em nadadeiras e as traseiras sumiram. O pelo, mecanismo homotérmico dos mamíferos terrestres, foi abandonado, pois dentro d'água não teria utilidade. Foi substituído por outro método de conservar calor: capas de gordura, que também podem servir como reservatório de alimentos e fator auxiliar de flutuação.

A cabeça dos cetáceos é enorme se comparada ao corpo. Alguns, como as baleias, perderam os dentes, enquanto outros, como as orcas, tiveram sua dentição aumentada. O olfato é pobre e os olhos pequenos, mas o ouvido transformou-se num maravilhoso instrumento de precisão. Nenhum cérebro explorou tão bem as possibilidades do ouvido como o dos mamíferos. Aproveitando a excelente transmissão do som na água, os cetáceos produziram “sonares” tão eficientes quanto o dos morcegos. E, ao que tudo indica, os delfins imitam os sons de uma “linguagem”; são animais bastante inteligentes, donos de um cérebro volumoso, com o córtex muito desenvolvido.

Nenhum outro animal, exceto o primata, tem olhos voltados para a frente, duas mamas peitorais e um polegar opositor

No Eoceno (57 a 34 milhões de anos, aproximadamente), surgiram os ancestrais de todas as famílias conhecidas de mamíferos beneficiadas pelo clima quente e úmido e pela vegetação, as gramíneas e as florestas.

OS PRIMATAS

Características gerais

Os primatas pertencem à grande ordem de mamíferos que inclui os lêmures, os galagos, os lóris, os tásios, os macacos, os símios e os homens. São um grupo extremamente variado: 260 espécies conhecidas; mas nem todos os primatas estão incluídos na linha evolutiva humana.

Existem primatas de todos os tamanhos e formatos. O menor de todos é o lêmure-camundongo (figura 6), com 6,2 centímetros e pouco mais de 30 gramas, e o maior é o gorila macho alfa, que pode pesar mais de 150 quilos e é cerca de duas vezes maior do que um homem.

Apesar de não existirem características que definam um primata de forma inequívoca, um conjunto de características pode



Figura 6 – Pequeno lêmure-camundongo

fazê-lo. Nenhum outro animal, exceto o primata, tem olhos voltados para a frente, duas mamas peitorais e um polegar opositor. É a combinação das três características que faz isso, colocando, assim, um minúsculo lêmure-camundongo na mesma categoria do gorila e dos humanos. Além disso, os primatas têm, ainda, como características gerais, a vida arborícola (se bem que haja exceções), uma visão estereoscópica e ótimo desempenho com as mãos. A maioria deles também é bem mais inteligente que a média dos outros mamíferos, excetuando-se animais como os cetáceos.

Todos os primatas têm clavículas, assim como possuem um anel ósseo retro-orbital localizado atrás da cavidade óssea da face onde se encontra o olho (os antropoides foram além nesse aspecto: ao invés de um mero anel ósseo, eles têm uma cavidade orbital completa). E também um pênis pendular que não está preso ao abdome.

Categorias dos primatas

Entre os primatas, os biólogos comumente reconhecem três categorias distintas e três grupos monofiléticos – que compartilham ancestrais comuns – distintos. Sabe-se muito pouco a respeito da categoria primitiva mais ancestral dos primatas, embora possamos considerar que o primeiro primata da história viveu no tempo dos dinossauros e lembrava o atual musaranho. As duas outras categorias de primatas ainda existem: os mais primitivos são chamados de prossímios, e os outros são os símios, também conhecidos como antropoides. Os prossímios e os antropoides são divididos em três grupos monofiléticos. Dois grupos são da categoria de prossímios e o outro reúne os antropoides.

O primeiro grupo monofilético de prossímios engloba lêmures (figura 7), potos, lóris e gálagos, os quais, todos eles, pos-



Figura 7 – Lêmure

suem as características gerais dos primatas. O outro grupo é o dos társsios (figura 8), com cinco espécies conhecidas, todas vivendo em países do sudeste asiático. O último grupo é o dos antropoides, que são divididos em dois: os macacos que geralmente possuem caudas e os verdadeiros símios, chamados antropoides, que incluem nós mesmos e não possuem caudas.

É possível que os primatas tenham como ancestral comum um primata arcaico ou protoprímata. Dentre os primatas arcaicos, o mais difundido é o *Plesiadapis* (figura 9), cujos restos mortais foram encontrados na formação do Paleoceno da Europa – 60 milhões de anos atrás.

Uma hipótese que foi considerada dizia que os primeiros primatas pareciam-se com os modernos tupaia. Trata-se de um animal que vive nas florestas tropicais e tem certa semelhança com os musaranhos. Entretanto, por um tempo, o tupaia, de fato, foi classificado como primata. Hoje ele tem sua própria ordem – os *scadentia* –, mas supões-se que



Figura 8 – Társsio



Figura 9 – Uma reconstrução do Plesiadapis, um prossímio fóssil, cujos restos foram encontrados na formação do Paleoceno da Europa

teve um ancestral comum com os primatas, em algum momento do Cretáceo.

No Eoceno (57 a 34 milhões de anos atrás), havia uma floresta tropical no sítio de Messel, Alemanha, em cujo centro se formara um lago de origem vulcânica. No xisto resultante da lama do fundo do lago, foram encontrados inúmeros fósseis de animais que morreram envenenados por emanações de gases oriundos da crosta terrestre, que emergiam do lago sob a forma de enormes bolhas. Um desses fósseis, completo e em perfeito estado, parecia ser de um primata e foi adquirido pelo

professor Jorn Hurun, do Museu de História de Oslo, em uma Feira de Exposição em Hamburgo, no ano de 2006. O professor o batizou de Ida (até que possa ser classificado e designado em latim).

Ida tem 47 milhões de anos, era uma fêmea e parece situar-se no grupo dos adapídeos, evoluído talvez do Hesiadapis. Os

adapídeos têm características próximas dos antropoides, e é possível que Ida seja o elo que separa os antropoides dos prossímios. Ida é, portanto, o ancestral mais remoto que evoluiu para os símios, para os australopithecíneos e para o homem¹⁰.

Principais especificações dos primatas

É interessante notar que, enquanto os grupos de mamíferos se especializaram no Paleoceno (60 milhões de anos atrás), os prossímios e antropoides mantiveram-se na sua generalidade primitiva, que se estenderia até meados do Oligoceno (30 milhões de anos). Só então, dentre eles, surgiria o grupo de macacos caudados, os quais continuaram sendo animais arborícolas (se bem que haja exceções, como o babuíno).

A locomoção pelas árvores, de galho em galho, conferiu excepcional flexibilidade aos membros dos antropoides e prossímios, que não encontra paralelo entre outros placentários. Os antropoides, da mesma forma que os prossímios, mantiveram especializados os dedos das

mãos, que, além de lhes permitirem subir em árvores, prestaram-se a toda sorte de manipulações. As unhas, ao invés de se fortalecerem e crescerem, foram reduzidas, servindo apenas como proteção para as pontas dos dedos, cuja área inferior destes se inervara a ponto de tornar-se extremamente sensível – é uma das áreas mais sensíveis de todo o corpo de primatas.

Ida é o ancestral mais remoto que evoluiu para os símios, para os australopithecíneos e para o homem

10 Recentemente, uma equipe internacional de paleontólogos anunciou a descoberta de um fóssil de um pequeno primata, que viveu há 55 milhões de anos no que hoje é a região central da China. Segundo os pesquisadores, o primata pesava menos que 30 gramas, tinha pernas esguias e cauda longa, além de uma anatomia compatível com a vida arborícola, e alimentava-se principalmente de insetos. Com essa descoberta, a Ásia passou a ser considerada como o continente possível de ter originado os primatas. O fóssil foi batizado de Archicebus Achilles.

Outra especificação primitiva também desenvolvida foi a localização do polegar na mão. Ao que parece, esta é também uma velha herança dos antigos insetívoros, em que o polegar devia ser um tanto divergente dos outros dedos. Alguns tipos de macacos perderam esse traço ao longo do tempo, mas a maioria das espécies conservou um polegar funcional e bem desenvolvido. A única perda apreciável, a partir dos macacos superiores, foi a cauda, que, em algumas espécies, como nos macacos sul-americanos, constituiu, na verdade, uma “quinta mão”, responsável por uma boa parte de suas excelentes *performances* arborícolas (figura 10).

Os primeiros insetívoros não deviam comer só insetos. Provavelmente, procuravam também ovos, raízes, tubérculos e sementes. Os primatas, para os quais as folhas das árvores representavam uma parcela significativa da alimentação, mantiveram-se, de

fato, onívoros, o que deve ter tido alguma influência sobre sua evolução em direção aos homínideos, mas, certamente, não tanto quanto o desenvolvimento dos olhos, possibilitando o surgimento de uma visão em três dimensões e em cores, um efeito direto da vida arborícola e entre folhagens.

A maioria dos mamíferos tem, como órgão principal dos sentidos, o olfato. A maioria das espécies arborícolas, entretanto (e não só as de mamíferos), enxerga bem, o que não é de se estranhar. Para saltar de galho em galho e avaliar a distância em que se encontra uma presa ou um adversário, em um ambiente predominantemente verde, é preciso ter olhos de características especiais, e ali o olfato de nada serve. Já

nos lêmures, os olhos, que nos outros mamíferos se situam dos dois lados da cabeça, tendem a se situar frontalmente. No társio, os olhos, além de enormes, são completamente frontais, assim como no lóris.

A posição frontal dos olhos marca uma situação muito importante: a visão estereoscópica. Na visão estereoscópica, a área percebida por um olho recobre parcialmente a área de visão do outro, sobrepondo as imagens, o que não acontece com os animais cujos olhos estão situados um de cada lado da cabeça. Na natureza, porém, o processo não é exclusivo dos primatas. As aves de rapina também o usam, pois dependem de uma visão estereoscópica,

em três dimensões, para calcular com precisão a distância da presa em suas caçadas aéreas.

Entretanto, nenhuma dessas características, por si só, pode explicar o extraordinário sucesso final dos primatas. A explicação deve ser procurada no conjunto delas e na

ação que esse conjunto de possibilidades teve sobre a evolução do sistema nervoso. Mãos, olhos, flexibilidade dos membros e capacidade de adaptação a qualquer dieta só tiveram valor porque serviram de oportunidade para o alto desenvolvimento de um cérebro, incentivado, inclusive, pela vida social dos primatas. Portanto, a área do cérebro inervada pelos olhos é enorme. Da mesma forma, os espaços reservados à mão e à língua são muito maiores do que as áreas reservadas ao resto da pele.

Do que foi dito, se poderá deduzir, com grandes possibilidades de acerto, que o cérebro dos primatas tenha evoluído sob a influência desses órgãos. O fato dos antepassados dos homens poderem agarrar os



Figura 10 – Macaco-aranha das Américas

objetos com uma mão sensível e levá-los para perto dos olhos para uma observação cuidadosa deve ter feito com que a natureza viesse selecionar aqueles que podiam fazê-lo melhor que os outros, isto é, aqueles cujas áreas cerebrais ligadas a esses órgãos estivessem mais desenvolvidas.

Os antropoides

Os antropoides se dividem em dois grupos monofiléticos: os macacos do Novo Mundo, conhecidos como platirrinos, da América tropical (desde o México até o sul do Chile e da Argentina); e os primatas do Velho Mundo, também conhecidos como catarrinos, da Ásia e da África (e ainda com uma presença na Europa).

Os macacos de cauda sul-americanos, os platirrinos, têm o “nariz chato”: suas narinas são bem separadas e se abrem mais para o lado do que para baixo ou para a frente. Já os macacos da Ásia e da África são os “narigudos”, ou catarrinos, por contraposição aos platirrinos. Entre os catarrinos se situam os grandes macacos, “quase humanos”, os verdadeiros símios, que não possuem caudas.

Em busca das origens humanas, o fóssil encontrado na depressão de Fayum, ponta leste do Saara Egípcio, denominado *Aegyptopithecus*, com idade de cerca de 28 milhões de anos, aparece, talvez, como primeiro dos primatas hominoides, o ancestral comum que partilhamos com os antropoides vivos. Provavelmente, seria também o ancestral comum dos três grandes grupos de macacos primitivos, que se destacavam logo no início do Mioceno (20 milhões de anos): os pliopitecos, os oreopitecos e os driopitecos (proconsules). Dos pliopitecos deve ter desviado o grupo dos hilobatídeos, onde se encontram o gibão e similares; os oreopitecos não deixaram descendência viva e não são importantes

para o estudo das origens humanas; dos driopitecos (*dryopithecus*) – macacos da floresta –, que surgiram 8 milhões de anos mais tarde do que o *Aegyptopithecus*, originaram-se o grupo dos pongídeos, os chipanzés e gorilas e, provavelmente, o grupo dos afropitecos.

Um outro grupo, os ramapitecos, que havia sido considerado como o dos primeiros hominídeos, verificou-se mais tarde que, na realidade, era integrado pelos ancestrais ou parentes próximos dos orangotangos, os quais estão relacionados mais longinquamente com os humanos do que os chipanzés e os gorilas.

O primeiro fóssil denominado “*Ramapithecus*” foi encontrado por G.E. Lewis ao norte da Índia, em 1934. Desde então, outros espécimes foram desenterrados em outros lugares. Mas todos esses fósseis estavam muito incompletos. Apesar disso, os ramapitecos foram geralmente aceitos como os primeiros representantes da família humana, que devia ter vivido entre 15 a 20 milhões de anos atrás. As coisas poderiam ter continuado assim se não fosse a descoberta de um novo fóssil, em 1980, nas montanhas do Paquistão, pelo paleontólogo David Pilbeam, da Universidade de Harvard. Ele desenterrou uma criatura semelhante ao Ramapitecos, que foi chamada de “*Sivapithecus Indicus*” e que estava mais completa do que qualquer outra e mostrava, com bastante clareza, ser inteiramente semelhante ao orangotango.

Por outro lado, conforme comprovou pesquisa realizada por cerca de 30 instituições de todo o mundo e publicada pela revista *Nature*, o orangotango veio juntar-se ao grupo de animais com sequenciamento de genoma completo, o qual é 96% idêntico ao do homem. De acordo com o divulgado, os orangotangos conservaram seu material genético praticamente estável nos últimos 15 milhões de anos. A semelhança entre esses

primatas e o homem também foi destaque de um levantamento publicado pela revista *Genoma Research*. De acordo com pesquisadores da Universidade de Aarhus, da Dinamarca, em 0,5% de nossa constituição genética nenhum animal é mais próximo do homem do que os orangotangos. A descoberta desses trechos não era esperada. Afinal, nossos parentes mais próximos são os chimpanzés, que têm 99% do material genético idêntico ao do *Homo Sapiens*.

Homens e orangotango tiveram um ancestral comum até no máximo 9 milhões de anos atrás. Com os chimpanzés compartilhamos por mais tempo: só nos separamos deles por volta de 4,5 a 5 milhões de anos atrás. Portanto, era de se esperar que todo o nosso genoma fosse mais relacionado aos chimpanzés do que aos outros primatas.

Atualmente, a presença dos orangotangos está restrita a duas ilhas da Indonésia: Bornéu e Sumatra. Por outro lado, comparando o genoma humano com o de chimpanzés, os pesquisadores identificaram 510 trechos presentes nos primatas que sumiram nos homens, ao

longo do processo evolutivo. No que se refere aos gorilas, eles compartilham 97% de seu ADN com os humanos e devem ter se separado há cerca de 8 ou 9 milhões de anos.

A linhagem dos orangotangos produziu o maior primata que jamais existiu: o Gigantopithecus. Era uma espécie de orangotango enorme, que viveu na China,

na Índia e no Vietnã, há cerca de 300 mil anos. Seus ossos apareceram pela primeira vez em 1935. Tinha quase três metros de altura e devia pesar meia tonelada – ou seja, era duas ou três vezes mais pesado do que um gorila moderno e tinha cinco vezes o tamanho de um orangotango atual. Muita gente acha que a lenda do Iéti não passa de uma memória popular do Gigantopithecus.

Atualmente, são considerados seis gêne-

ros de símios: dois de pequenos símios – os gibões e os siamanys – e quatro de grandes símios – os chimpanzés (duas espécies), os gorilas (duas espécies), os orangotangos (duas espécies) e o *Homo* (uma espécie). Todos, exceto os humanos, estão confinados nas florestas tropicais e ameaçados de extinção.

Nossos parentes mais próximos são os chimpanzés, que têm 99% do material genético idêntico ao do *Homo Sapiens*. Atualmente, são considerados seis gêneros de símios. Todos, exceto os humanos, estão confinados nas florestas tropicais e ameaçados de extinção

📁 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:
<PSICOSSOCIAL>; Antropologia; História Geral;

APÊNDICE I

A ORIGEM DA VIDA – A BIOGÊNESE

*“Uma célula orgânica aparece no infinito de tempo.
E vibra e cresce. E se desdobra, e estala num segundo.
Homem: eis o que somos no mundo.”*

Guilherme de Almeida
(1890-1969)

Nas condições primitivas do planeta, sem o oxigênio atmosférico produzido pelas plantas, mas com a presença de metano e amoníaco, as substâncias químicas elementares que formariam as moléculas da vida, isto é, as moléculas de proteínas, apareceram espontaneamente. Essas condições foram repetidas em laboratório, obtendo-se a formação de moléculas de açúcares sob a ação dos raios ultravioleta provenientes do Sol; de aminoácidos (que são macromoléculas que constroem as proteínas) com descargas elétricas, como os raios que atingem a Terra; e de ácidos graxos (que formam gorduras) com o calor, possivelmente das fontes termais dos fundos oceânicos. Pode-se então imaginar os oceanos primitivos tornando-se uma “sopa” dessas moléculas: como não havia seres vivos para comê-las, nem oxigênio para decompô-las (pela oxidação – reação química frequentemente provocada pelo oxigênio), sua concentração só poderia crescer.

Porém uma maior concentração dessas moléculas naturalmente aumentaria as probabilidades de encontro entre elas e de combinação em cadeia. A energia necessária a essas sínteses poderia ser atribuída às altas pressões existentes nos fundos marinhos. Assim, o problema da síntese das grandes moléculas apresenta dois aspectos interdependentes e mais complexos: o primeiro é o aparecimento, entre um infinito número de probabilidades, somente das moléculas que se conheciam e que poderiam interagir; o segundo é o modo pelo qual essas moléculas deixaram de ser uma “sopa” e adquiriram individualidade celular – o que ocorreu quando, em sua integração, conseguiram se organizar em unidades metabólicas e autorreprodutoras. E, em processo de metabolismo primário, passaram a usar as outras como alimento, numa espécie de canibalismo¹¹.

Os primeiros seres vivos, monocelulares e muito simples, mal apareceram e já começaram a obter sua energia da ruptura das moléculas da “sopa” à sua volta, o que deve ter ocorrido no momento em que foram capazes de absorver e expulsar substâncias, como em um protometabolismo; esgotadas estas, passaram a usar as dos outros seres vivos. E se nesta fase já não tivessem aparecido seres capazes de explorar a forma comum de energia da superfície do planeta, que é a luz solar, o período inicial do “canibalismo” poderia ter acabado com a vida, apenas iniciada. Assim, o primeiro problema – porque vingaram apenas certos tipos de macromoléculas, que são as moléculas que formam as proteínas – resolve-se no seguinte: porque apareceram os indivíduos que eliminaram aqueles incapazes de formar sistemas autorreprodutores¹². Mas, como apareceram as primeiras protocélulas, isto é, aquelas com as primeiras substâncias de macromoléculas não dissolvidas no ambiente, mas agrupadas numa unidade constante e autorreprodutora?

As moléculas orgânicas que se formaram, sob a influência da energia térmica, química ou mesmo solar, são insolúveis em água e, nela colocadas, ou decantam (não se misturam) ou formam coloides (microscópicas agregações de moléculas em gotículas suspensas, no meio líquido). Mas há

11 Isto nos leva à primeira constatação: os heterótrofos – isto é, os seres vivos que comem outros seres vivos (como os animais e os fungos) – apareceram antes dos autótrofos – aqueles que sintetizam seu próprio alimento (como os vegetais que utilizam a luz e as bactérias que usam energia química do enxofre e do ferro, elementos existentes no núcleo terrestre).

12 É oportuno observar que, desde o seu começo molecular, a história da vida é a história da seleção natural, até que o homem pôde aboli-la dentro de sua própria espécie, com o uso de sua inteligência.

um tipo especial de coloides orgânicos, isto é, de partículas compostas de moléculas orgânicas que se reúnem – as micelas – rigidamente orientadas e isoladas do meio ambiente por uma película superficial de moléculas d'água, difícil de romper devido à afinidade elétrica com o meio. Esta é a aquisição de uma verdadeira “individualidade”: são os chamados coacervatos. Portanto, muitos desses tipos especiais de coloides orgânicos – os coacervatos – podem ter aparecido na “sopa” oceânica, em que, em um processo de seleção natural, só as gotas que fossem capazes de absorver outras ou “devorá-las” devem ter sobrevivido. Pode-se até imaginar uma dessas gotas de coacervato absorvendo substâncias da “sopa” exterior ou mesmo outras gotas por coalescência – reunião de partículas de uma suspensão coloidal – englobando substância, ao mesmo tempo que, dentro dela, outras substâncias se decompõem e são expelidas, como se fosse um modelo de fisiologia primária. Mas, além disso, para que a vida fosse considerada, seria necessário que, entre essas partículas que se alimentavam e cresciam, aparecessem aquelas capazes de se autorreproduzir, isto é, de partir-se em duas ou muitas partículas iguais, com todos os seus componentes. Essas ganharam a partida evolutiva, enquanto as outras iam se reproduzindo caoticamente e se extinguíam. E, nessa época, devia ter aparecido a fotossíntese, que possibilitou a oxigenação da atmosfera e dos oceanos e a criação, na estratosfera, da camada de ozônio.

A individualidade constituiu-se, portanto, formando-se películas organizadas em torno de grandes gotas de coloides orgânicos – os coacervatos. Entretanto, para que a individualidade se mantivesse e a estrutura não fosse decomposta, foi necessário, de um lado, romper moléculas e, de outro, fabricar novas moléculas iguais. Para isso, apareceu a “memória química”, o livro que, dentro das células, tem escrito o que deve ser feito para a reprodução de seres iguais. Este órgão químico é representado pelas moléculas do ADN (ácido desoxirribonucleico) que deve ter se formado bem cedo na função de “memória da espécie”¹³.

A vida¹⁴ não é algo fácil de se definir. Uma de suas características gerais reside na composição química de todos os seres vivos: macromoléculas de compostos de carbono e moléculas como proteínas, ácidos nucleicos, carboidratos e lipídios, que consistem em inúmeros átomos em diversas combinações. Como regra geral, essas moléculas orgânicas podem ser divididas em moléculas funcionais, que executam funções vitais, e moléculas de informação (ADN), que carregam o código genético. É muito provável que o passo decisivo em direção ao desenvolvimento da vida resulte na interação bem-sucedida desses dois tipos de moléculas. A cooperação dos blocos de vida em unidades cada vez maiores e mais complexas, como a organização celular dos seres vivos, representa, talvez, a característica mais significativa da vida.

E tudo isso começou há cerca de 3,8 bilhões de anos, na “sopa” dos oceanos primitivos...

13 O ADN – ácido desoxirribonucleico – (DNA, na sigla em inglês) teve um precursor mais simples, o ARN – ácido ribonucleico – (RNA, na sigla em inglês), que é uma molécula que se autorrefaz e que pode ter se formado espontaneamente a partir de seus próprios componentes, incluindo o ácido fosfórico e a ribose (um açúcar). O modo exato como o ARN e outras substâncias se reuniram, para criar os precursores das células vivas, continua a ser um mistério (certamente, é a partícula de Deus da Biologia).

14 Qualquer ser vivo deve poder: metabolizar (realizar processos químicos que envolvam produção de energia e eliminação de resíduos); crescer e se desenvolver; responder a estímulos, como a luz e o calor; reproduzir-se; possuir membranas celulares (para isolá-las do ambiente e permitir o fluxo seletivo de substâncias para dentro e para fora da célula); ter a habilidade de aproveitar ou produzir energia; e possuir material genético para permitir sua reprodução.

GLOSSÁRIO

Actinopterígio – Peixe ósseo; grande predador dos mares devonianos.

ADN – Abreviação de **Ácido Desoxirribo Nucleico** (DNA, na sigla em inglês). Substância contida no núcleo das células com as informações genéticas que definem as características de cada pessoa e a maneira como as células funcionam em cada indivíduo.

Artrópodes – Animais invertebrados, com membros articulados e um rígido esqueleto externo protetor e sustentáculo. Formam um filo que compreende mais da metade do reino animal: crustáceos (marinhos), miriápodes, insetos e aracnídeos são exemplos.

Bactéria – Nome dado aos seres unicelulares pertencentes à classe dos esquizomicetos, de estrutura muito simples e núcleo difuso, que se reproduzem por cissiparidade. As bactérias têm importante papel na natureza, não só pela variedade de espécies como também pela reprodução rápida e diversidade de fenômenos em que tomam parte. Devido à sua rápida multiplicação e ação bioquímica, as bactérias constituem um grupo de importância capital para o equilíbrio na natureza. São células procariotas (anucleadas) que se distinguem dos vírus por conterem, como as células eucariotas (nucleadas), os ácidos dessorribo nucleico e ribonucleico, assim como pelo fato de poderem reproduzir-se independentemente do organismo que parasitam. As bactérias formam um ramo do reino vegetal, segundo alguns autores, e do reino animal, segundo outros.

Catarrinos – Superfamília de macacos da África e da Ásia que possuem narinas muito próximas. A subordem compreende os antropomorfos (chipanzés, gorilas, orangotangos, gibões) e os cinomorfos (colobos, babuínos, mandril, rhesus).

Célula – Unidade morfológica e fisiológica dos seres vivos. Todos os seres vivos, com exceção dos vírus, são constituídos por uma ou várias células. Os organismos constituídos por uma única célula são denominados organismos unicelulares. Os constituídos por mais de uma célula são denominados organismos pluricelulares, formados por numerosos tipos de células diferentes. Variáveis na dimensão e na forma, as células têm todas a mesma estrutura. Limitadas por uma membrana, apresentam duas partes: o citoplasma e o núcleo. É no núcleo que se encontra o ADN, responsável pela transmissão dos caracteres hereditários (as hemácias são células que não possuem núcleo).

Cetáceos – Grandes mamíferos marinhos, de corpo fusiforme. Possuem os membros anteriores conformados em nadadeiras, além de uma possante nadadeira caudal de desenvolvimento horizontal. Alguns, como os delfins e cachalotes, possuem dentes; outros, como a baleia, possuem a boca dotada de uma fileira de lâminas córneas filtrantes (barbatanas). Os cetáceos podem, apesar da respiração aérea, permanecer até uma hora sob a água. Eles se orientam por meio de um sistema de localização por ecos, comparáveis ao sonar dos submarinos. São animais sociais migradores, extremamente inteligentes.

Cinomorfos – Grupo de macacos catarrinos – colobos, babuínos, mandril, rhesus – providos de cauda (sincercopitecoides).

Cissiparidade – Modalidade de reprodução vegetativa dos seres unicelulares em que ocorre a divisão direta das células; esquizogênese; fissiparidade.

Crossopterígio – Ordem de peixes marinhos cujos representantes foram prováveis antepassados dos anfíbios. Existe ainda um representante vivo, que ocorre nas Ilhas Comores e ao longo do sudeste da África (*Latimeria chalumnae*).

Driopiteco (*Dryopithecus*) – Gênero de primatas catarrinos fósseis, da família dos pongídeos, que viveu nos períodos Mioceno e Plioceno inferior da Europa, sul da Ásia e África.

Esquizogênese – Cissiparidade, fissiparidade.

Eucariotas – Células animais ou vegetais cujo núcleo é separado do citoplasma por membrana nuclear.

Euripterídeos – Subclasse de animais de grande porte, fósseis da Era Primária, parecidos com os trilobitas e escorpiões.

Filo – Na classificação dos vegetais e dos animais, divisão principal situada logo abaixo do reino e subdividida em classes.

- Fotossíntese** – Nas plantas verdes, em presença da luz, reação bioquímica que, a partir das moléculas minerais simples (CO₂, H₂O etc.), produz moléculas orgânicas glucídicas de pouca massa molar. Algumas dessas moléculas são polimerizadas em glucídios de massa molar elevada (amido); outras se transformam em lípidios e outras, enfim, unem-se a moléculas azotadas. O fenômeno é caracterizado pela absorção de carbono e liberação de oxigênio.
- Gene** – Segmento do ADN responsável pela síntese de uma proteína, enzimática ou não, e, por consequência, de um caráter hereditário. Unidade genética que condiciona a transmissão e a manifestação de caracteres hereditários.
- Heterótrofos** – Diz-se dos seres vivos que se alimentam de substâncias orgânicas, como a maioria dos animais: carnívoros, herbívoros, onívoros ou comensalismo, saprofitismo, parasitismo ou simbiose.
- Hominídeos** – Família de mamíferos primatas antropomorfos, da superfamília dos hominídeos, formada pelo homem atual e pelas espécies fósseis mais próximas, consideradas como ancestrais da espécie humana.
- Hominídeos** – Superfamília de primatas superiores desprovidos de caudas e de bolsas faciais.
- Icthiostega eigeli** – Anfíbio fóssil, cujo gênero típico lembra os peixes crossopterígeos, pelo formato do crânio e pela presença de nadadeira caudal. Os membros, com cinco dedos, derivados das nadadeiras, e as costelas fortes indicam a conquista do meio terrestre.
- Ictiossauro** – Ordem dos répteis fósseis, carnívoros, de grande porte (1 a 10 metros de comprimento), da Era Secundária; assemelhavam-se aos tubarões, golfinhos, espadartes; eram adaptados à vida pelágica: crânio alongado, focinho em forma de bico com até 200 dentes (acredita-se que eram vivíparos).
- Medusa** (água-viva) – Denominação dada aos celenterados marinhos da classe dos cifozoários, de corpo mole, semelhante à gelatina, transparente. Muitos desses animais apresentam células urticantes que causam queimaduras dolorosas.
- Molécula** – Partícula formada de átomos que representa, para um corpo ou substância pura constituída por ela, a menor porção de matéria que pode existir no estado livre.
- Monofilético** – Diz-se dos grupos zoológicos ou botânicos derivados de uma única espécie ancestral.
- Mosassauro** – Lagartos de grande porte, serpentiformes, marinhos, do Período Getáceo da Europa e da América.
- Mutação** – Modificação brusca e definitiva de um ou mais genes, que acarreta o suprimento, em linhagem animal ou vegetal, de indivíduos com novas características que irão ser transmitidas a seus descendentes.
- Notocorda** – Suporte axial, celular, elástico, formado ventralmente e paralelo ao tubo nervoso no embrião inicial de todos os cordados; com o desenvolvimento, é substituído por vértebras.
- Oreopiteco** – Primata de grande porte, fóssil, da Era Terciária, do qual um esqueleto completo foi descoberto em Baccinello, na Toscana, Itália. Esse hominoide foi classificado primeiro entre as formas ancestrais da linhagem humana. Certas características, tais como adaptação dos membros superiores para a braquiação, o afastam, contudo, de nossos ancestrais.
- Pelicossauro** – Répteis fósseis bastante comuns nas camadas do Carbonífero e do Permiano Superior; constituem o primeiro degrau que se conhece no caminho que leva aos mamíferos. Os pelicossauros, cujo crânio apresentava características que permitiam relacioná-los com os futuros mamíferos, eram os principais e mais agressivos carnívoros do Carbonífero. Suas patas ainda emergiam lateralmente do corpo, impedindo a posição ereta. Ainda assim, é entre os pelicossauros que se devem procurar os primeiros antepassados dos mamíferos e dos primatas que levam ao homem.
- Plesiossauro** – Gênero de grandes répteis marinhos fósseis da Era Secundária, adaptados à vida aquática. Mediam de 3 a 5 metros.
- Pinipédios** – Ordem de mamíferos marinhos carnívoros, como as otárias, morsas e focas.
- Platirrinos** – Macacos da América, com narinas muito separadas e cauda preênsil (bugio, macaco-aranha, macaco-prego) ou de cauda não preênsil (saqui, tamarin). Caracterizam-se também por possuírem 36 dentes. Ocorrem nas Américas.

- Pliopitéco** – Grupo de macacos primitivos que se destacava no início do Mioceno, do qual deve ter derivado o grupo dos Hilobactídeos.
- Pongídeos** – Família de mamíferos primatas, sem cauda. São macacos antropóides, como o gibão (*Hylobates*), o siamang (*Symphalangus*), o gorila (*Gorilla*) e o chimpanzé (*Pan*). Apesar de aparentados com a espécie humana, os pongídeos dela se distinguem por numerosas características: capacidade craniana relativamente pequena; focinho prognata; dentes poderosos; ausência de queixo; occipital importante; braços muito longos; mãos com quatro dedos longos e polegar curto, pouco oponível, o que favorece a braquiação; pé preênsil, graças a um grande artelho oponível, propício para trepar. A pelagem é bem desenvolvida, e o crescimento rápido. O orangotango (*Pongo Pygmaeus*) também pertence à família dos Pongídeos.
- Procariotas** – Diz-se do organismo cujo núcleo celular não possui membrana nuclear e está mesclado ao citoplasma.
- Pteridófitas** – Grupo de plantas criptógamas vasculares que se reproduzem sem flores nem sementes, como as avencas, os fetos, as samambaias etc.
- Ramapitéco** – Fóssil de primata superior que viveu no fim do Período Mioceno, considerado por muito tempo um ancestral do homem, mas que se verificou ser um ancestral ou parente próximo do orangotango.
- Sarcopterígio** – Peixe ósseo que, no Devoniano, deu origem aos anfíbios.
- Sirenídeos** – Ordem de mamíferos herbívoros de hábitos aquáticos, marinhos ou fluviais. São o manati, o dugongo e o peixe-boi.
- Tecodontes** – Ordem de répteis fósseis, do período Permiano ao Triássico, semelhantes aos crocodilos, considerados como prováveis ancestrais dos dinossauros e aves.
- Terapsídeos** – Ordem de répteis fósseis do período Permiano ao Triássico, cuja evolução anuncia os primeiros mamíferos.
- Vírus** – Microorganismo visível ao microscópio comum e agente de várias infecções nos homens, animais e vegetais. Os vírus se desenvolvem unicamente no interior das células vivas. A prova de sua existência foi observada em 1898, com os trabalhos de Löffler e Paul Frosch (1860-1928) sobre a febre aftosa. Considerados os mais simples dos seres vivos, os vírus são compostos por uma só cadeia de ácido nucleico, que tanto pode ser ADN (DNA) como ARN, envolvida por uma espécie de casca (cápsula) proteica, proveniente das células parasitadas pelos vírus. Assim, o vírus só pode viver parasitando uma célula, que se torna a sua hospedeira.