

<<HISTÓRIA EMOCIONANTE SOBRE NOSSAS ORIGENS>>




PALEONTOLOGIA

# COMO OS MAMÍFEROS PREVALECERAM

42 Scientific American, Julho 2022



An artistic illustration of two early placental mammals, likely Ectoconus, in a lush, mossy forest. One animal is in the foreground, standing on its hind legs and reaching out with its front paws. The other is slightly behind and to the right, also standing on its hind legs. The background is filled with dense green foliage and moss-covered rocks. The lighting is dramatic, with strong highlights and deep shadows.

Eles estiveram à sombra dos dinossauros por milhões de anos — até que um asteroide mortal foi sua grande oportunidade evolutiva

*Steve Brusatte*

*Ilustração de Beth Zaiken*

**O MAMÍFERO  
PLACENTÁRIO**

*Ectoconus dava à luz  
crias ativas e bem  
desenvolvidas.*



Steve Brusatte é professor da Universidade de Edimburgo e autor de *The Rise and Reign of the Mammals*, sobre a evolução dos mamíferos, de uma nova perspectiva (Mariner Books, 2022).



**T**

ODOS OS ANOS, LEVO MEUS ALUNOS PARA O DESERTO NO NOVO MÉXICO, AO NORTE DO CHACO Canyon, onde o povo ancestral Pueblo construiu uma grande cidade fora das montanhas rochosas um milênio atrás. Enquanto caminhamos pelas terras áridas, não raro nos deparamos com fósseis de dinossauros. O solo está cheio de ossos de *Tyrannosaurus rex* e vértebras que ancoravam os pescoços elevados de saurópodes cerca de 66,9 milhões de anos atrás, durante o período Cretáceo. E então, de repente, os ossos desaparecem.

Enquanto continuamos andando sobre camadas rochosas, nós começamos a perceber um novo tipo de fóssil: mandíbulas cheias de dentes. Não do tipo facas de bife, do *T. rex*, mas dentes com cúspides e vales complexos. Eram os molares dos mamíferos. Em uma viagem, em 2014, segui o rastro deles em um leito seco de riacho sagrado para os navajos chamado Kimbeto — “primavera do gavião”. Da margem oposta, ouvi um grito de vitória. Meu colega Tom Williamson havia encontrado um esqueleto... pertencente a um grande animal de cerca de 100 quilos. Pudemos identificar por sua pélvis que havia parido e que era jovem e bem desenvolvido. Era um mamífero placentário, como nós.

Este mamífero fóssil, *Ectoconus*, foi um revolucionário. Viveu meros 380.000 anos depois do pior dia da história da Terra, quando um asteroide de dez quilômetros de largura fez a Era dos Dinossauros acabar em fogo e fúria, inaugurando um novo mundo. Os livros didáticos costumam contar uma história simples: os dinossauros morreram, mas os mamíferos sobreviveram e rapidamente assumiram o controle. De fato esta narrativa encobre uma realidade preocupante: nós realmente sabemos muito pouco sobre os mamíferos que resistiram à extinção e perseveraram pelos próximos 10 milhões de anos, durante o Paleoceno. Como foram capazes de persistir quando 75% das espécies morreram, e como estabeleceram as bases para as mais de 6.000 espécies de mamíferos placentários de hoje, desde os morcegos aéreos até as baleias aquáticas, chegando aos humanos?

Os cientistas debatem essas questões desde a década de 1870, quando os primeiros fósseis de mamíferos placentários do Paleoceno surgiram no Novo México. Finalmente, nas últimas duas décadas, novas descobertas e pesquisas técnicas desmascararam esses pioneiros placentários. Eles quase seguiram o caminho dos dinossauros, mas depois de mal sobreviver ao enxofre, rapidamente inflaram seus corpos do tamanho de um rato para do tamanho de vacas, diversificaram

suas dietas e comportamentos — e, eventualmente, expandiram seus cérebros — e deram início a uma nova Era dos Mamíferos.

#### ORIGENS TRIÁSSICAS

VOLTEMOS AO período Triássico. Com frequência se assume que os mamíferos surgiram após os dinossauros no passado evolutivo, mas, na verdade, ambos os grupos traçam suas origens no mesmo tempo e lugar: cerca de 225 milhões de anos atrás, quando toda a terra do planeta estava reunida no supercontinente Pangeia. Neste momento, o planeta se recuperava da pior extinção em massa da história, quando megavulcões na Sibéria expeliram lava e dióxido de carbono por milhões de anos, causando um pico de calor global que matou até 95% de todas as espécies. Depois que os vulcões se desligaram, dinossauros, mamíferos e muitos outros novos grupos surgiram para preencher o vácuo.

Nos 160 milhões de anos seguintes dinossauros tornaram-se gigantes e excluíram os mamíferos dos nichos de grande porte. Os mamíferos fizeram o oposto: com seus corpos pequenos, puderam explorar nichos ecológicos inacessíveis aos dinossauros maiores e alcançaram vantagem competitiva nesses habitats, impedindo que os *T. rex*, *Triceratops* e seus parentes se tornassem pequenos. Entre 201 milhões e 66 milhões de anos atrás, durante o Jurássico e o Cretáceo, uma abundância de pequenos mamíferos — nenhum maior que um texugo — viveu sob os pés dos dinossauros. Entre eles, corredores, alpinistas, escavadores, nadadores e planadores. Foram esses animais que desenvolveram o modelo clássico dos mamíferos: pelos, metabolismo de sangue quente, uma formação complexa de dentes (caninos, incisivos, pré-molares, molares) e a capacidade de alimentar seus bebês com leite.

Esses primeiros mamíferos cresceram em uma frondosa árvore genealógica. Havia dezenas de subfamílias distinguidas por diferentes tipos de dentes, dietas e estilos reprodutivos.



Um desses grupos — os multituberculados — floresceu no submundo cretáceo, usando seus pré-molares de serra e incisivos roedores para devorar um novo tipo de alimento: frutas e flores.

Enquanto isso, à medida que os multituberculados prosperavam, três outros grupos silenciosamente se ramificaram por conta própria. Esses pioneiros deram origem às três linhagens de mamíferos que persistem hoje: os monotremados de postura de ovos; os marsupiais, que dão à luz filhotes fracos que se desenvolvem ainda em uma bolsa; e os placentários, como os *Ectoconus* e nós, que nascemos como grandes filhotes. O relógio molecular — uma técnica que usa diferenças de DNA entre espécies modernas e faz um cálculo retrógrado para estimar quando divergiram — prevê que algumas linhagens placentárias, incluindo os primatas, viveram ao lado dos dinossauros. Embora paleontólogos estejam desesperados para recuperar fósseis placentários de um período tão primitivo, eles ainda não foram encontrados.

Então, um dia, 66 milhões de anos atrás, este quadro primitivo — de dinossauros tropejando pela terra e mamíferos correndo em suas sombras — terminou em caos. Um asteroide do tamanho do Monte Everest estava voando pelos céus, viajando mais rápido que um avião a jato. Por acaso, colidiu com o que hoje é a Península de Yucatan no México, atacando com a força de mais de um bilhão de bombas atômicas, e abriu um buraco na crosta da Terra com 40 quilômetros de profundidade e mais de 160 quilômetros de largura. Tsunamis, incêndios florestais, terremotos e erupções vulcânicas ocorreram ao redor do planeta. Poeira e fuligem obstruíram a atmosfera, deixando o mundo escuro por anos. As plantas não conseguiam realizar a fotossíntese, as florestas desmoronaram, os herbívoros morreram, em seguida, os carnívoros. Os ecossistemas desmoronaram. Era o fim da Era dos Dinossauros.

Steve Brusatte

**ROCHAS DE TORREON WASH** no noroeste do Novo México contêm fósseis de mamíferos do Paleoceno.

#### UM ENCONTRO PRÓXIMO

O ASTEROIDE MUDOU o curso da história da Terra. Três em cada quatro espécies sucumbiram à extinção. Os dinossauros foram as vítimas mais famosas: todos os de pescoço comprido, chifres, bico de pato, cabeça em forma de cúpula e dentes afiados morreram, com apenas um punhado de pássaros carregando o legado dos dinossauros até os dias atuais.

E os mamíferos? Na maioria dos relatos sobre a extinção do final do Cretáceo, eles são anunciados como os grandes sobreviventes, os vencedores que tomaram a coroa dos dinossauros. Em certo sentido, isso é verdade — os mamíferos perseveraram, ou então não estaríamos aqui. Mas uma nova pesquisa mostra que foi por pouco, e seu destino dependeu do que aconteceu nos dias, décadas e milênios após o impacto do asteroide. Para os mamíferos, o asteroide foi seu momento de maior perigo e sua grande oportunidade.

Talvez surpreendentemente, os mamíferos estavam se saindo bem no final do Cretáceo. Pelo menos 30 espécies viviam em Montana naquela época, preenchendo muitos papéis ecológicos na base da cadeia alimentar dominada pelos dinossauros, incluindo trituradores de ossos, comedores de flores, insetívoros e onívoros. A grande maioria dessas criaturas era metatheria (primeiros membros da linha marsupial) ou multituberculados. Primos primitivos de placentários, chamados eutérios, estavam presentes, embora raros. Esta situação foi estável ao longo dos últimos dois milhões de anos do Cretáceo. Não havia sinal de problemas sérios.

Então tudo muda. Olhando para as rochas sedimentares, formadas há 66 milhões de anos, vemos o que parece uma linha fina, saturada com irídio, um elemento que é raro na superfície



da Terra mas comum no espaço sideral. Esta é a impressão digital química do asteroide. Dinossauros — incluindo *T. rex* e *Triceratops* — desapareceram abruptamente. O Cretáceo deu lugar ao Paleoceno.

A cena mais antiga do Paleoceno é terrível. Há uma localidade em Montana, com fósseis datados de cerca de 25.000 anos após o asteroide, chamada de Z-Line Quarry. Cheira a morte. Quase todos os mamíferos que floresceram na região durante o Cretáceo se foram; só sete espécies permanecem. Vários outros sítios fósseis relatam o que estava acontecendo nos próximos 100.000 a 200.000 anos. Se você juntar todos os mamíferos desta época, existem 23 espécies. Apenas uma é metatheriana; esses ancestrais marsupiais, outrora abundantes no Cretáceo, foram quase extintos. Dito isto, se você considerar todo o registro fóssil de Montana, juntamente com outros dados de todo o oeste da América do Norte, as estatísticas são sombrias. Insignificantes 7% dos mamíferos sobreviveram. Imagine um jogo de roleta-russa de asteroides: uma arma, com 10 câmaras, nove das quais contêm uma bala. Mesmo essas chances de sobrevivência são ligeiramente melhores do que nossos ancestrais enfrentaram no admirável mundo novo do Paleoceno.

Longo, o que permitiu que alguns mamíferos sobrevivessem? Os sobreviventes eram menores do que a maioria dos mamíferos do Cretáceo, e seus dentes indicam que tinham dietas generalistas e onívoras. As vítimas, por outro lado, eram maiores, além de carnívoros ou herbívoros com dietas mais especializadas, bem adaptados ao final do mundo cretáceo. Mas, quando o asteroide desencadeou o desastre, suas adaptações tornaram-se dificuldades. Os generalistas menores, porém, foram mais capazes de comer o que estava em oferta no caos pós-impacto e talvez tiveram mais oportunidades de se protegerem para esperar passar o pior.

À medida que os ecossistemas se recuperavam no Paleoceno primitivo, muitos dos mamíferos que começaram a se multiplicar foram os eutérios, os placentários antecedentes que haviam sido coadjuvantes no Cretáceo. Seus minúsculos corpos, dietas flexíveis e talvez formas mais rápidas de crescer e reproduzir permitiram-lhes comandar nichos abertos e começar a construção de novas teias alimentares. Cerca de 100.000 anos depois do asteroide, um novo eutério apareceu em Montana e rapidamente se tornou comum. O *Purgatorius*, com cúspides molares suaves para comer frutas e tornozelos altamente móveis para se agarrar e subir nas árvores, foi um dos primeiros membros da linha dos primatas. Ele, ou talvez outro intimamente relacionado ao eutério, foi nosso ancestral.

#### OS PRIMEIROS PLACENTÁRIOS

ESSES VALENTES SOBREVIVENTES forjaram um novo mundo — uma Era dos Mamíferos, na qual os placentários ascenderam. Alguns dos melhores fósseis dos primeiros verdadeiros placentários a formar diversas comunidades do Paleoceno vêm do Novo México, particularmente Kimbeto. O *Ectoconus*, o do esqueleto escavado por nós em 2014, foi um deles. Quando estava saltando através das pantanosas florestas virgens e comendo folhas e feijões há 65,6 milhões de anos, era o maior mamífero. Foi uma das dezenas de novos placentários em seu ambiente — e os dinossauros já eram história antiga.

Conhecemos esses placentários do Paleoceno há quase 150 anos. Seus fósseis foram relatados durante pesquisas nas décadas de 1870 e 1880, quando geólogos juntaram cartógrafos e soldados para explorar terras usurpadas de nativos americanos. Um desses exploradores, David Baldwin, encontrou um esconderijo de mamíferos em Kimbeto e outros locais de idade semelhante, que foram impresados entre fósseis de dinossauros do Cretáceo e mamíferos mais jovens do Eoceno, que durou de 56 milhões a 34 milhões de anos atrás, que poderiam ser facilmente classificados em grupos familiares, como cavalos, macacos e roedores. Os mamíferos do Paleoceno não foram tão facilmente categorizados, no entanto. Eles eram claramente muito maiores do que quaisquer mamíferos do Cretáceo e não tinham ossos epipúbicos na frente de sua pélvis, o que sugere a presença de grandes placentas para nutrir sua prole no útero. Assim, eram seguramente placentários. Mas seus esqueletos pareciam peculiares — atarracados e musculosos, com mistura de características de vários grupos de mamíferos modernos.

Esses excêntricos do Paleoceno ganharam uma reputação problemática, e os estudiosos começaram a classificá-los como placentários “arcaicos”. Como eram seus relacionamentos com seus antepassados cretáceos e mamíferos diurnos, e como se moviam, comiam e cresciam? Essas perguntas confundiram os paleontólogos por gerações. Entre eles, Thomas Williamson, curador do Museu de Ciência e História Natural do Novo México. Por mais de um quarto de século, ele vasculhou o terreno ermo, treinando seus filhos gêmeos, Ryan e Taylor, e muitos estudantes navajos locais para se tornarem grandes colecionadores de fósseis. Somente na última década, meus alunos e eu nos juntamos à equipe de Tom.

Tom e sua equipe coletaram milhares de fósseis e, assim, pintaram um quadro vívido do Paleoceno no primeiro milhão de anos depois do asteroide. Entre a lista de placentários arcaicos estão animais como *Ectoconus*, encaixados em um grupo nebuloso: os condilares. Os membros deste grupo eram principalmente comedores de plantas ou onívoros com construções robustas; muitos tinham cascos. Compartilhavam os nichos de herbívoros com pantodontes — devoradores de folhas com peitos salientes e mãos e pés enormes, que atingiram tamanhos comparáveis às vacas modernas. Outro grupo, os teniodontes, eram exímios escavadores que usavam seus enormes antebraços com garras para rasgar o solo e suas mandíbulas maciças com caninos avantajados para arrancar grandes tubérculos. Todos esses mamíferos teriam temido os triisodontídeos, os terrores do Paleoceno, que pareciam lobos com anabolizantes e trituravam os ossos de suas presas com molares esmagadores.

Desvendar as relações genealógicas desses placentários arcaicos é desafiador. Meu grupo de pesquisa atualmente trabalha sobre este nó da filogenia junto com Tom e com o mastozoólogo John Wible, do Museu Carnegie de História Natural, e outros colegas. Estamos construindo um vasto conjunto de dados de mamíferos fósseis e modernos, e suas características anatômicas e genéticas, para que possamos construir uma árvore genealógica mestra. Nossos resultados preliminares são animadores. Algumas das espécies arcaicas,

# A ascensão dos mamíferos

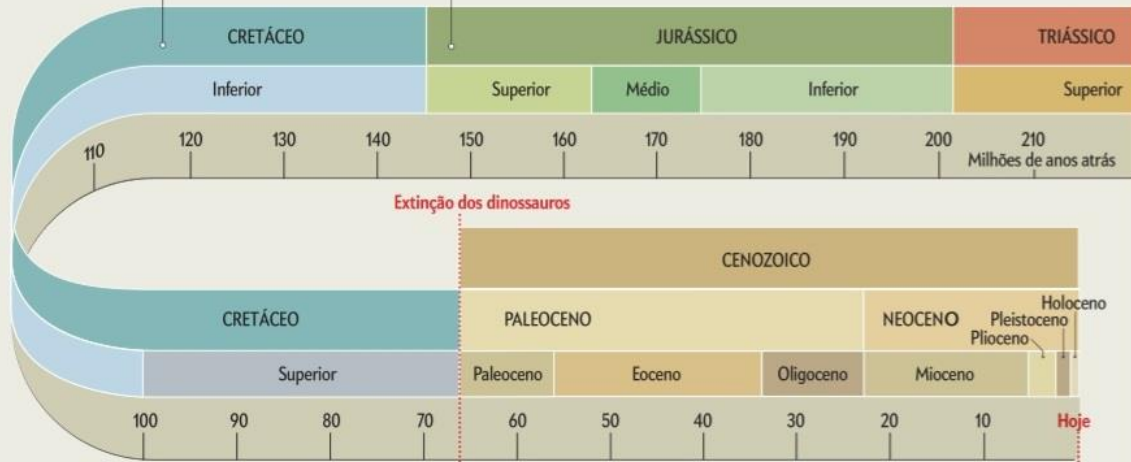
Os mamíferos surgiram no período Jurássico, quando os dinossauros ainda governavam a Terra. Mas foi apenas depois de uma rocha espacial com dez quilômetros de largura cair no atual Golfo do México, 66 milhões de anos atrás, eliminando 75% das

espécies, que os mamíferos passaram a ocupar o centro do palco. Descobertas recentes revelam como sobreviveram à extinção em massa e iniciaram a Era dos Mamíferos, dando origem a uma série de diversas espécies que habitam o mar, a terra e o céu.

Os precusores dos monotremados, que botam ovos, marsupiais com bolsa e placentários, que dão à luz grandes crias, evoluem.

Mamíferos evoluem uma variedade de tipos de corpos para explorar vários nichos ecológicos, mas, ao contrário dos dinossauros, permanecem pequenos.

Mamíferos e dinossauros são originários de cerca de 225 milhões de anos atrás, no supercontinente Pangeia.



## TAMANHO DO CORPO

O tamanho pequeno do corpo ajudou alguns mamíferos a sobreviver ao impacto do asteroide. Mas depois os precusores dos placentários começaram a aumentar seu tamanho corporal, passando do tamanho de um rato para o de uma vaca e até maiores.

Tamanho máximo do corpo (quilogramas)



## DIVERSIDADE ECOLÓGICA

Os placentários desenvolveram traços que lhes permitiram explorar uma ampla gama de nichos ecológicos. Alguns tinham corpos e dentes especializados para subir em árvores e comer frutas, por exemplo; outros se desenvolveram para cavar o subsolo e mastigar tubérculos.

Diversidade relativa

Baixa ↔ Alta



## RIQUEZA DE ESPÉCIES

À medida que o Cretáceo deu lugar ao Paleoceno, e os ecossistemas se recuperaram da devastação do asteroide, o número de espécies de mamíferos nas comunidades locais aumentou abruptamente.

Diversidade relativa

Baixa ↔ Alta



## INTELIGÊNCIA / TAMANHO DO CÉREBRO

De todos os animais com espinha dorsal, os mamíferos têm os maiores cérebros em relação ao tamanho do corpo. A sabedoria convencional sustenta que seus cérebros cresceram de forma constante ao longo do tempo. Mas descobertas recentes mostram que eles não se tornaram especialmente inteligentes até depois de terem alcançado corpos grandes.

Tamanho relativo

Pequeno ↔ Grande



Tomografias computadorizadas de crânios fósseis revelam que o tamanho do cérebro diminuiu nos primeiros placentários e mais tarde aumentou em várias linhagens, por causa do crescimento do cérebro.



Fontes: "The Evolution of Maximum Body Size of Terrestrial Mammals," de Felisa A. Smith et al., em Science, Vol. 330, 26 de novembro, 2020 (dados do tamanho corporal); "Untangling the Multiple Ecological Radiations of Early Mammals," de David M. Grossnickle et al., in Trends in Ecology and Evolution, Vol. 34, outubro de 2019 (dados de diversidade ecológica); "Diversity Dynamics of Phanerozoic Terrestrial Tetrapods at the Local-Community Scale," de Roger A. Close et al., em Nature Ecology and Evolution, Vol. 3, fevereiro de 2019 (dados de diversidade de espécies); "Diversity Dynamics of Phanerozoic Terrestrial Tetrapods at the Local-Community Scale," de Ornella C. Bertrand et al., em Science, Vol. 376, março de 2022 (dados do tamanho cerebral)





como os teniodontes, podem ter se originado de ancestrais eutérios do Cretáceo e, portanto, estariam entre os placentários mais primitivos do tronco familiar. Outros, incluindo alguns dos condilares, compartilham características com mamíferos ungulados de hoje e são provavelmente proto-cavalos e proto-bovinos. Os placentários arcaicos, portanto, parecem formar um zoológico diverso, alguns dos quais formaram seus próprios subgrupos idiossincráticos e outros, o estoque ancestral do qual surgiram os placentários de hoje.

#### A GRANDE VANTAGEM

EMBORA AS LOCALIZAÇÕES precisas de condilares e teniodontes e sua classe arcaica na árvore genealógica ainda precisem ser resolvidas, já estamos entendendo como eles eram, enquanto animais vivos e respirando. Fósseis coletados por nossa equipe e estudados usando novas tecnologias revelaram como esses placentários desenvolveram novas características e comportamentos, ajudando-os a se adaptar ao caos do início do Paleoceno e aproveitar os nichos abertos. Muitas marcas registradas dos placentários evoluíram durante esse período — ativos que ajudaram a moldar a extinção dos generalistas sobreviventes em novos e diversos especialistas. Esses traços sustentaram o sucesso dos placentários pelos próximos 66 milhões de anos e fazem parte da base da nossa própria biologia humana.

A principal característica dos mamíferos placentários é a capacidade dar à luz filhotes bem desenvolvidos, que gestam por um período prolongado, dentro da mãe, antes de nascer em estado avançado. Este arranjo difere marcadamente de como os outros dois tipos dos mamíferos existentes se reproduzem. Bebês monotremados nascem de ovos, e marsupiais nascem

tão prematuros que devem se abrigar na bolsa de sua mãe por meses para completar o desenvolvimento. A gestação prolongada permite que alguns placentários tenham uma vantagem na vida: bebês muitas vezes podem começar a se movimentar, socializar e até adquirir sua própria comida logo após o nascimento.

Para descobrir como as placentas arcaicas do Paleoceno cresceram, Gregory Funston, um bolsista de pós-doutorado que trabalha em meu laboratório na Universidade de Edimburgo, cortou vários dentes, incluindo os dentes de leite de bebês, em fatias finas que ele poderia examinar sob um microscópio. Contando linhas diárias de crescimento e identificando marcadores de estresse quimicamente distintos no esmalte causados pelo nascimento, ele poderia dizer que algumas dessas mães criaram bebês em seus úteros por cerca de sete meses — mais que o dobro do tempo dos marsupiais. Esta observação confirma

a evidência da anatomia pélvica de que essas espécies do Paleoceno eram realmente placentárias. Mais importante, essa estratégia de crescimento desbloqueou uma superpotência. Descendentes maiores podem crescer mais facilmente em adultos maiores.

À medida que os placentários do Paleoceno cresceram, se diversificaram de outras maneiras. Minha aluna de doutorado e atual pós-doutoranda, Sarah Shelley, que tem sido um membro-chave de nossas equipes de campo do Novo México, estudou os esqueletos de espécies arcaicas em detalhes, prestando especial atenção em como os músculos se fixam. Ela fez uma análise estatística de um grande conjunto de dados de medições, comparando as espécies do Paleoceno com seus precursores cretáceos e descendentes modernos. Encontrou algo inesperado: os esqueletos dos placentários arcaicos eram altamente diversos, e seus tornozelos eram capazes de muitos tipos de locomoção. Seus esqueletos eram realmente atarracados e generalizados à primeira vista, uma razão pela qual foram estereotipados por muito tempo como arcaicos. Mas suas estruturas musculares eram altamente adaptáveis, e diferentes espécies foram capazes de cavar, trotar e escalar. Essas espécies também podiam obter diferentes tipos de alimentos. Uma diversificação tão intensa é indicativo do que os biólogos chamam de radiação adaptativa, que ocorre quando muitas novas espécies proliferam rapidamente de um ancestral, mudando aspectos de sua aparência e comportamento para obter vantagens ou oportunidades dos novos ambientes.

Apesar de todas as suas especializações, no entanto, os placentários arcaicos do Paleoceno não eram especialmente inteligentes. Ornella Bertrand, uma pós-doc em meu laboratório, escaneou vários crânios de placentários arcaicos do Novo México,





**EM KIMBETO WASH**, também no noroeste do Novo México (pág. ao lado), equipes de campo recuperaram mandíbulas fósseis pertencentes a um herbívoro *Ectoconus* (à direita, acima) e a carnívoros conhecidos como triisodontídeos (à direita, embaixo).

juntamente com novos fósseis impressionantes recentemente descobertos perto de Denver por Tyler Lyson e Ian Miller e sua equipe. Comparado com seus minúsculos predecessores do Cretáceo, os mamíferos do Paleoceno têm cérebros maiores em termos de tamanho absoluto. No entanto, como estudos de laboratório e de campo dos mamíferos modernos mostram, é o tamanho relativo do cérebro — a proporção de volume cerebral em massa corporal — que realmente importa.

Os primeiros placentários, ao que parece, ficaram muito grandes tão rápido que seus cérebros inicialmente não conseguiam acompanhar o ritmo. Essa descoberta contrariava uma antiga convenção de que os cérebros dos mamíferos ficaram progressivamente maiores ao longo do tempo, em tamanho absoluto e relativo. Também, talvez, desafie as expectativas: Não deveriam os mamíferos que fundaram a dinastia placentária usar sua inteligência para navegar na pista de obstáculos da sobrevivência pós-asteroide? Aparentemente não. Crescer os corpos era mais importante do que crescer os cérebros, pelo menos no início, quando havia tantos nichos a serem preenchidos. Em um mundo tão inconstante de oportunidades abundantes, cérebros grandes poderiam ser até prejudiciais, porque seus custos energéticos seriam mais elevados.

Eventualmente, à medida que os ecossistemas se estabilizaram e a competição entre os muitos novos placentários aumentou, seus cérebros se expandiram. Muito do crescimento foi no neocórtex, uma região sublime do cérebro envolvida na cognição superior e na integração sensorial. Mas esse florescimento teria que esperar até o próximo intervalo de tempo após o Paleoceno:

o Eoceno, quando as placentas arcaicas lentamente declinaram e os grupos placentários modernos — incluindo cavalos, morcegos e baleias — dominaram o planeta.

### O MUNDO MODERNO

O PALEOCENO ERA um mundo de estufas; os mamíferos do Novo México brincavam nas selvas e crocodilos se aqueciam ao sol da alta latitude. Então, cerca de 56 milhões de anos atrás, a estufa ficou ainda mais quente. O magma começou a se acumular sob os continentes do norte e migrou para cima como uma pluma. À medida que se infiltrava através da crosta, assava as rochas das profundezas da Terra. Como um motor queimando gasolina, essa atividade liberou dióxido de carbono — trilhões de toneladas dele, que aqueceram a atmosfera entre cinco e oito graus Celsius dentro de, no máximo, 200.000 anos. A Terra nunca esteve tão quente desde então.

Este súbito aquecimento global, chamado Máximo Térmico do Paleoceno-Eoceno, foi outro obstáculo que os mamíferos tiveram que superar. Mas desta vez, ao contrário do asteroide, 10 milhões de anos antes, muito poucas espécies de mamíferos foram extintas. Em vez disso, elas se mantiveram em movimento, seguindo novos corredores de migração de alta latitude, abertos à medida que as temperaturas aumentavam. Alguns dos migrantes ostentavam novas adaptações, notadamente cérebros muito maiores. Estrearam outros novos traços também: os primatas desenvolveram unhas nos dedos das mãos e dos pés para usar como garra para galhos, artiodáctilos com dedos pares desenvolveram tornozelos em forma de polia, o que facilitou a corrida rápida, e perissodáctilos de dedos ímpares adquiriram grandes cascos que os tornavam campeões de galope. Esses mamíferos de estilo mais moderno invadiram os continentes interligados da América do Norte, Europa e Ásia, e sua migração em massa sobrecarregou os placentários arcaicos. Condilartos, teniodontes, pantodontes e triisodontídeos sobreviveriam apenas um pouco mais.

Ao sul do equador, onde fósseis de mamíferos do Cretáceo e Paleoceno são muito mais raros, a história era diferente. Tanto África quanto América do Sul eram continentes insulares, que incubavam seus próprios placentários em isolamento: elefantes e seus parentes na África; preguiças e tatus na América do Sul. Foi também ao sul onde outras duas linhagens de mamíferos conseguiram se manter. Monotremados, como o ornitorrinco e a equidna, refugiaram-se na Austrália e na Nova Guiné, onde hoje restam apenas cinco espécies. Os marsupiais foram eliminados nos continentes do norte, mas ganharam sobrevivência ao migrar para a América do Sul e, em seguida, saltar pela Antártida para a Austrália, onde se diversificaram em cangurus e coalas. (Um grupo depois retornaria à América do Norte como imigrantes: os gambás.)

Mas o futuro pertencia principalmente aos placentários. Muito antes, à medida que o pico de aquecimento diminuía, alguns balançavam nas árvores, outros batiam as asas, e outros trocavam braços por nadadeiras e superdimensionavam seus corpos em gigantes marinhos. A hoje rica colcha de retalhos dos placentários — incluindo nós mesmos — pode permitir rastrear nossa herança. ■