

*FISGANDO LEVIATÃ PELO
SEU PASSADO*

A paisagem de toda carreira profissional tem seus despenhadeiros e, geralmente, um ou dois vales mais pronunciados — para cada rebatida de Ruth* existem as pernas de Buckner;** para cada vitória desproporcional de Agincourt,** o banho de sangue de Antietam.**** *A origem das espécies*, de Darwin, contém algumas intuições magníficas e trechos maravilhosos, mas essa obra-prima também inclui algumas gafes monumentais. Darwin sentiu-se particularmente vexado com a seguinte passagem, abreviada e basicamente cortada das edições posteriores do livro:

Na América do Norte, o urso-negro já foi visto nadando durante horas, com a boca escancarada, apanhando insetos na água, quase como uma baleia.***** Mesmo num caso tão extremo como esse, se a oferta de insetos for constante e se competidores mais bem adaptados já não existissem no local, não vejo dificuldade maior em uma raça de ursos tornar-se, por seleção natural, mais aquática em sua estrutura e hábitos, com bocas cada vez maiores, até produzir-se uma criatura tão gigantesca quanto uma baleia.

(*) George Herman "Babe" Ruth (1895-1948), o jogador de beisebol mais famoso de todos os tempos. (N. T.)

(**) Referência a uma bola rebatida por Mookie Wilson no campeonato americano de beisebol de 1986 e que rolou por entre as pernas de Bill Buckner, dando a vitória ao time de Mookie, num dos lances mais memoráveis da história do beisebol. (N. T.)

(***) Em 1415, durante a Guerra dos Cem Anos, forças inglesas numericamente inferiores destroçaram as francesas. (N. T.)

(****) Rio em Maryland, às margens do qual ocorreu a mais sangrenta e inútil batalha da Guerra Civil americana, em 17 de setembro de 1862. (N. T.)

(*****) Capítulo 6, tradução de Aulyde Soares. (N. T.)

Por que Darwin sentiu-se tão mortificado com essa passagem? O seu caso hipotético pode ser pura especulação e conjectura, mas o contexto não é inteiramente absurdo. A meu ver, o desconforto de Darwin veio de ele não haver respeitado uma norma científica de natureza mais sociocultural. As conclusões científicas presumivelmente repousam sobre fatos e informações. A especulação não é totalmente tabu e pode às vezes ser necessária, *faute de mieux*. Mas quando os cientistas propõem teorias verdadeiramente novas e abrangentes — como Darwin, ao promover a seleção natural como o principal mecanismo da evolução — eles precisam de uma base de sustentação muito forte, e casos hipotéticos inventados simplesmente não são confiáveis o bastante para conclusões cruciais.

A seleção natural (ou o análogo humano da reprodução diferenciada) claramente atua em escala pequena — na produção de raças de cachorro e espécies de trigo, por exemplo. Mas será que esse processo poderia explicar transições de maior âmbito, que determinam o nosso conceito de evolução na plenitude do tempo — a passagem de linhagens reptilianas para aves e mamíferos; a origem dos seres humanos a partir de uma raça ancestral de macacos? Para essas mudanças maiores, Darwin não podia senão oferecer evidências indiretas — devido a uma série de motivos bastante conhecidos e lamentados, decorrentes da extrema irregularidade e exigüidade do registro fóssil.

Alguns casos esplêndidos começaram a se acumular nos anos seguintes à publicação de *A origem das espécies*, em especial a descoberta, em 1861, do *Archaeopteryx*, uma ave cheia de características reptilianas, e as primeiras descobertas de fósseis humanos no final do século XIX. Darwin, porém, tinha pouco a apresentar na primeira edição do livro, em 1859, e tentou preencher essa lacuna factual com fábulas hipotéticas sobre ursos que nadam e acabam se transformando em baleias — uma extravagância que, pela facilidade de cair no ridículo, mais atrapalhou as coisas do que ajudou como ilustração. Dois anos depois de redigir a sua história do urso que vira baleia, Darwin lamentou-se com um amigo (carta a James Lamont, 25 de fevereiro de 1861): “É burlesco quantas vezes fui atacado e mal interpretado por causa desse urso”.

A suposta ausência de formas intermediárias no registro fóssil continua sendo a grande balela do movimento antievolucionista contemporâneo. Essas formas transicionais são escassas, não resta dúvida,

e por dois conjuntos de bons motivos — geológicos (as lacunas do registro fóssil) e biológicos (a natureza intermitente das mudanças evolutivas, que incluem padrões de equilíbrio pontuado e transições no seio de populações pequenas, de amplitude geográfica limitada). Mas os paleontólogos descobriram vários exemplos excepcionais de formas e seqüências intermediárias, mais do que o suficiente para convencer qualquer cético imparcial da realidade da genealogia física da vida.

Os primeiros vertebrados “terrestres” possuíam seis a oito dedos em cada membro (mais semelhantes às barbatanas dos peixes do que às mãos), uma nadadeira caudal persistente e um sistema de linha lateral, para sentir vibrações sonoras debaixo d’água. A transição anatômica de réptil para mamífero é particularmente bem documentada na grande mudança de uma articulação mandibular para ossos auditivos. A mandíbula dos mamíferos é formada por apenas um osso, chamado dentário, ao passo que os répteis preservam vários ossos pequenos na parte posterior. Podemos traçar, através de uma belíssima seqüência de intermediários, a redução desses pequenos ossos reptilianos até o seu desaparecimento ou exclusão da mandíbula — e incluindo a sua passagem notável para o ouvido médio dos mamíferos (onde se tornaram o *mal-leus* e o *incus*, ou martelo e bigorna). Encontramos até mesmo a forma transicional que os criacionistas costumam proclamar como sendo teoricamente inconcebível. (Eles afirmam que os ossos da mandíbula não poderiam se transformar em ossos do ouvido porque os intermediários teriam que viver com maxilares não articulados até que a nova junta se formasse.) As espécies transicionais possuem uma junta mandibular dupla, com a antiga articulação dos répteis (quadrado para articular) e a nova conexão dos mamíferos (squamosal para dentário) já no lugar! Desse modo, uma junta pôde desaparecer e seus ossos puderam passar para o ouvido, enquanto a outra articulação continuava garantindo uma mandíbula devidamente móvel.

Não obstante, nossos íncubos criacionistas — que jamais permitirão que fatos venham a prejudicar o seu argumento predileto — recusam-se a aceitar isso. Eles continuam ressaltando a falta de *toda e qualquer* forma transicional (ignorando aquelas que já foram encontradas) e não cansam de nos escarnecer com os exemplos admitidamente frequentes dessa ausência. A velha tese de Darwin sobre a origem das baleias é a grande favorita, pois se ele precisou inventar um fantasioso urso nadador, e se os paleontólogos ainda não vieram em sua salvação

com a descoberta de uma forma intermediária com pernas funcionais e possibilidade de movimento em terra, então o flagelo de Jonas poderá acabar por engolir também os ímpios evolucionistas. A provocação de Deus a Jó pode ser ouvida novamente: “Poderás pescar o Leviatã com anzol?”. (O Leviatã bíblico é geralmente interpretado como um crocodilo, mas muitas leituras alternativas preferem vê-lo como uma baleia.)

Todos os livros criacionistas da minha estante citam a ausência irrefutável e a impossibilidade inerente de conceber formas transicionais entre os mamíferos terrestres e as baleias. Alan Haywood, por exemplo, escreve em *Creation and evolution* (veja a bibliografia):

Os darwinistas raramente mencionam a baleia porque ela representa um de seus problemas mais insolúveis. Eles acreditam que, de algum modo, uma baleia deve ter evoluído a partir de um animal terrestre comum, que adentrou o mar e perdeu as pernas. [...] Um mamífero terrestre que estivesse no processo de tornar-se uma baleia teria sucumbido entre a cruz e a caldeirinha — não seria apto nem para a vida na terra nem para a vida no mar, e não seria possível que sobrevivesse.

Duane Gish, a porta-voz mais ardorosa do criacionismo, apresenta o mesmo argumento num estilo mais pitoresco (*Evolution: the challenge of the fossil record*):

Simplesmente não existem formas transicionais no registro fóssil entre os mamíferos marinhos e seus supostos mamíferos terrestres ancestrais. [...] É bastante divertido, começando pelas vacas, porcos ou búfalos, tentar visualizar como teriam sido esses seres intermediários. Se partirmos da vaca, podemos imaginar uma linha de descendência que teria se tornado prematuramente extinta devido ao que chamaríamos de “fracasso do úbere”.*

O mais “sofisticado” (ou melhor, pensando bem, o mais “pomposo”) texto criacionista, *Of pandas and people*, de P. Davis, D. H. Kenyon e C. B. Thaxton, afirma praticamente o mesmo, mas num linguajar mais próximo do jargão acadêmico:

A inexistência de fósseis transicionais inequívocos é demonstrada de maneira notável pelo registro fóssil das baleias. [...] Se as baleias tivessem de fato ancestrais mamíferos terrestres, seria de se esperar que encontrássemos alguns fósseis transicionais. Por quê? Porque as diferen-

(*) *Udder failure*, trocadilho com *utter failure* (fracasso total). (N. T.)

ças anatômicas entre as baleias e os mamíferos terrestres são tão marcantes que inúmeros seres intermediários teriam que ter vagado e nadado pelos mares de outrora até que surgisse uma baleia tal como nós as conhecemos. Mas até o momento nenhuma forma transicional foi encontrada.

Três grandes grupos de mamíferos retornaram aos hábitos de ancestrais distantes em seu modo marinho de vida (enquanto linhagens menores de diversas outras ordens de mamíferos tornaram-se no mínimo semi-aquáticas, muitas vezes num grau espantoso, como no caso das lontras marinhas e fluviais): a subordem Pinnípedia (focas, leões-marinhos e morsas) da ordem Carnívora (cães, gatos e os ursos de Darwin, entre outros); e duas ordens inteiras — Sirenia (dugongos e peixes-boi) e Cetacea (baleias e golfinhos). Confesso que nunca cheguei realmente a compreender o argumento dos criacionistas, de que tais transições seriam inconcebíveis — pois uma boa série estrutural (embora não filogenética) de anatomias intermediárias pode perfeitamente ser extraída desses grupos. As lontras possuem notáveis habilidades aquáticas, mas preservam membros plenamente funcionais para uso terrestre. Os leões-marinhos são claramente bem adaptados para a água, mas mesmo assim têm grande destreza em terra firme, como mostram suas exibições em blocos de gelo, áreas de acasalamento e picadeiros de circo.

Admito, é claro, que a transição para peixes-boi e baleias não é uma extensão corriqueira, pois esses mamíferos inteiramente aquáticos impelem-se por meio de poderosos lobos caudais horizontais e não possuem nenhum membro posterior visível — e como poderia uma linhagem desenvolver uma cauda propulsora plana e abandonar tão completamente o uso das patas traseiras? (Os sirenídeos não possuem vestígio algum de patas traseiras; as baleias em geral preservam pequeninos e afilados ossos da pelve e da pata — mas nenhum osso de pé ou de dedo — encaixados no tecido conjuntivo, mas sem expressão visível na anatomia externa.)

Desse modo, o fato de as baleias terem perdido as patas traseiras e desenvolvido lobos, nadadeiras e barbatanas constitui o caso clássico de um suposto problema capital da teoria evolucionista — a incapacidade de encontrar fósseis intermediários das grandes transições anatômicas, ou mesmo de imaginar como seria a aparência e o funcionamento dessas formas transicionais. Darwin admitiu o problema quando elaborou sua tão criticada fábula dos ursos nadadores, em vez de apresentar algu-

ma evidência comprobatória direta ao tentar conceituar a evolução das baleias. Os criacionistas modernos continuam usando o mesmo exemplo e ressaltando a ausência de formas intermediárias nessa suposta (eles diriam impossível) transição da terra para o mar.

Goethe disse que deveríamos “amar aqueles que anseiam pelo impossível”. Mas Plínio, o Velho, antes de sucumbir à curiosidade de vagar perto demais do monte Vesúvio no pior momento imaginável, insistia que considerássemos a impossibilidade uma asserção relativa: “Quantas não são as coisas consideradas impossíveis até que tenham sido consumadas”. Armado com essa sabedoria humana atemporal, confesso a minha mais absoluta alegria em poder comunicar que o nosso tão recalcitrante registro fóssil não nos decepcionou — muito pelo contrário. Nos últimos quinze anos, novas descobertas na África e no Paquistão ampliaram consideravelmente nosso conhecimento paleontológico sobre a história primordial das baleias. O embaraço da ausência (no passado) foi substituído por um tesouro de novas evidências (no presente) — e pela mais ditosa série de fósseis transicionais que um evolucionista poderia esperar um dia encontrar. Verdaderamente, enfrentamos o inimigo e ele agora está em nossas mãos. Além disso, como se para espicaçar os criacionistas, essas descobertas foram sendo feitas de forma gradual e seqüencial — pouco a pouco, passo a passo, desde um vago indício há quinze anos até uma comprovação irrefutável no início de 1994. A história intelectual acompanhou a genealogia da vida cobrindo as lacunas em etapas seqüenciais. Consideremos os quatro acontecimentos principais em ordem cronológica.

CASO 1. *A descoberta da baleia mais antiga.* Desde a demonstração de Leigh Van Valen em 1966, os paleontólogos estão razoavelmente certos de que as baleias descendem dos mesonychids, um grupo inicial de mamíferos terrestres primordialmente carnívoros dos mais variados tamanhos e hábitos — desde a ingestão de peixes nas margens dos rios até a trituração de ossos de carniça. As baleias devem ter evoluído durante o Eoceno, há cerca de 50 milhões de anos, porque as rochas do final do Eoceno e do Oligoceno já contêm cetáceos totalmente marinhos, bem posteriores a qualquer ponto intermediário.

Em 1983, meu colega Phil Gingerich, da Universidade de Michigan, juntamente com N. A. Wells, D. E. Russell e S. M. Ibrahim Shah, relatou a descoberta da mais antiga baleia, designada *Pakicetus* em homenagem ao seu atual país de residência, o Paquistão, em sedimen-

tos do médio Eoceno de cerca de 52 milhões de anos. No que diz respeito a uma criatura intermediária, seria difícil esperar mais do limitado material disponível, já que apenas o crânio da *Pakicetus* foi encontrado. Os dentes lembram bastante os dos mesonychids terrestres, conforme se previa, mas é o crânio que, característica após característica, mostra indícios de pertencer claramente à linhagem de baleias em evolução.

Tanto a anatomia do crânio (particularmente a região do ouvido) como o hábitat inferido do animal quando vivo atestam a sua condição transitória. Os ouvidos das baleias modernas contêm ossos e canais modificados, que possibilitam a audição direcional na alta densidade do meio aquático. As baleias modernas também desenvolveram seios ampliados, que podem ser preenchidos com sangue para manter a pressão durante o mergulho. O crânio da *Pakicetus* carece de ambas essas características, de modo que essa primeira baleia não podia mergulhar muito profundamente e sua audição direcional na água devia ser bastante imperfeita.

Em 1993, J. G. M. Thewissen e S. T. Hussain confirmaram essas conclusões e acrescentaram outros detalhes sobre o caráter intermediário da arquitetura do crânio da *Pakicetus*. As baleias modernas ouvem principalmente através da mandíbula, pois as vibrações sonoras a atravessam até atingir uma grossa camada de gordura, seguindo dali até o ouvido médio. Os mamíferos terrestres, por sua vez, detectam quase todos os sons através da cavidade do ouvido (denominado “meato auditivo externo”, que quer dizer a mesma coisa em linguagem mais refinada). Como a *Pakicetus* não possuía a fossa mandibular ampliada que sustenta essa grossa camada de gordura, a baleia primordial provavelmente ainda ouvia com os mesmos canais de seus ancestrais terrestres. Gingerich concluiu que “o mecanismo auditivo da *Pakicetus* parece mais similar ao dos mamíferos terrestres do que ao de qualquer grupo existente de mamíferos marinhos”.

Quanto ao local da descoberta, Gingerich e colegas encontraram a *Pakicetus* em sedimentos fluviais nas bordas de um antigo mar — um hábitat ideal para os primeiros estágios dessa transição evolutiva (e uma boa explicação para a ausência de especializações de mergulho, se a *Pakicetus* habitava os estuários dos rios e os mares rasos adjacentes). Meus colegas julgaram a *Pakicetus* “um estágio anfíbio na transição evolutiva gradual da terra para o mar das baleias primitivas. [...] A *Pakicetus* era bem aparelhada para alimentar-se de peixes na superfície

da água de mares rasos, mas carecia das adaptações auditivas necessárias para uma existência marinha mais plena”.

Veredito: Em termos do caráter intermediário da *Pakicetus*, não poderíamos desejar mais do material limitado de ossos cranianos. Mas o limite continua rígido, e os resultados, inconclusivos. Nada sabemos sobre os membros, a cauda ou a forma do corpo da *Pakicetus* e, portanto, não podemos julgar a condição transicional dessas características fundamentais das baleias.

CASO 2. *Descoberta dos primeiros membros traseiros completos numa baleia fóssil.* No mais famoso engano dos primórdios da paleontologia norte-americana, Thomas Jefferson, quando não estava ocupado com outros afazeres normalmente tidos como mais importantes, identificou equivocadamente a pata de uma preguiça fóssil como a de um leão. Meu candidato para o título de segundo pior erro é R. Harlan, que em 1834 deu o nome de *Basilosaurus* a um vertebrado marinho fóssil nas *Transactions of the American Philosophical Society*. *Basilosaurus* quer dizer “lagarto-rei”, mas a criatura de Harlan é uma antiga baleia. Richard Owen, o maior anatomista inglês, corrigiu o erro de Harlan naquela mesma década, mas o nome pegou — e, pelas normas oficiais de nomenclatura zoológica, deve ser mantido. (A terminologia lineana visa classificar e recuperar informações; não é uma garantia de adequação. As regras exigem que cada espécie tenha um nome próprio, de tal modo que as informações possam ser associadas a ela sem perigo de erro. Muitas vezes, e inevitavelmente, os primeiros nomes dados tornam-se inadequados pelo motivo nada surpreendente de os cientistas cometerem muitos erros e de as novas descobertas modificarem antigas concepções. Se tivéssemos que mudar os nomes cada vez que nossa idéia sobre uma determinada espécie se modificasse, a taxonomia se transformaria num caos. De modo que *Basilosaurus* será sempre *Basilosaurus* porque Harlan seguiu as regras quando atribuiu o nome. Além disso, não mudamos a nossa designação para *Homo horribilis* por causa de Auschwitz, nem para *Homo ridiculosis* depois de Tonya Harding — mas permanecemos, ainda que duvidosamente, *Homo sapiens*, hoje e durante todo o futuro que concederemos a nós mesmos.)

Basilosaurus, representada por duas espécies, uma dos Estados Unidos e outra do Egito, é a baleia primordial “padrão” e a mais conhecida. Alguns fragmentos de ossos da pelve e da perna haviam sido

encontrados antes, mas não o suficiente para sabermos se a *Basilosaurus* possuía pernas traseiras funcionais — o traço crucial na nossa concepção de uma forma intermediária satisfatória tanto no sentido anatômico quanto funcional.

Em 1990, Phil Gingerich, B. H. Smith e E. L. Simons anunciaram a escavação e estudo de centenas de esqueletos parciais da espécie egípcia *Basilosaurus isis*, que viveu cerca de 5 a 10 milhões de anos depois da *Pakicetus*, e também a fantástica descoberta do primeiro esqueleto completo dos membros traseiros de uma baleia — uma belíssima e elegante estrutura (montada a partir de vários espécimes parciais) incluindo ossos pélvicos, todos os ossos da perna (fêmur, tíbia, perônio e até a rótula, ou patela) e quase todos os ossos dos pés e dos dedos. Estavam preservadas até mesmo falanges de três dedos.

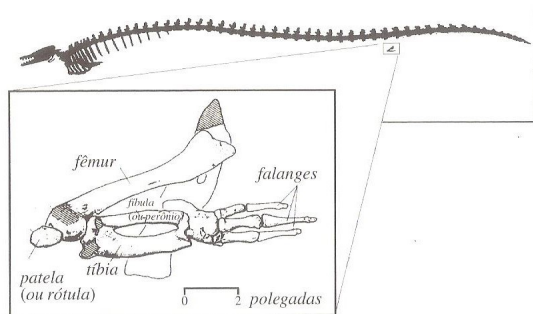
Esse extraordinário achado poderia ser a prova que queríamos de uma criatura intermediária, não fosse um pequeno problema. Os membros são elegantes mas pequeninos (veja a ilustração anexa), meros 3% do comprimento total do animal. São anatomicamente completos e, de fato, se projetavam do tecido conjuntivo (ao contrário dos membros traseiros verdadeiramente vestigiais das baleias modernas), mas essas pernas em miniatura não poderiam ter contribuído muito para a locomoção — o verdadeiro teste funcional de uma criatura intermediária. Gingerich *et al.* escrevem: “Os membros traseiros da *Basilosaurus* parecem ter sido pequenos demais em relação ao tamanho do corpo para que pudessem ajudar na natação, e não poderiam ter suportado o corpo em terra firme”. Os autores esforçam-se bravamente para inventar alguma possível função para esses membros minúsculos e acabam especulando que talvez servissem como “guias durante a cópula, que de outra forma seria dificultada num mamífero aquático serpentina”. (Considero essas suposições desnecessárias, ou mesmo despropositadas. Não precisamos justificar a existência de uma estrutura inventando alguma suposta função darwiniana. Todos os corpos possuem características vestigiais de pouca ou nenhuma utilidade. Estruturas cuja utilidade perdeu-se nas transições genealógicas não desaparecem da noite para o dia da evolução.)

Veredito: Insigante e empolgante, mas insuficiente para aplacar os criacionistas. Os membros, embora completos, são pequenos demais para funcionar como verdadeiros intermediários (se é que esses membros em particular de fato tinham uma função) — isto é, para locomoção

tanto na terra como no mar. Não pretendo nenhuma crítica à *Basilosaurus*, mas apenas apontar que essa criatura já cruzara a ponte para o lado de cá (embora retivesse esses resquícios informativos do lado de lá). Precisamos buscar um ser anterior, que habitasse a ponte em si.

CASO 3. *Ossos de membros traseiros de tamanho apropriado.* A *Indocetus ramani* é uma baleia primordial, encontrada em depósitos marinhos pouco profundos na Índia e no Paquistão, de idade intermediária entre o crânio da *Pakicetus* e as patas traseiras da *Basilosaurus* (casos 1 e 2 acima). Em 1993, P. D. Gingerich, S. M. Raza, M. Arif, M. Anwar e X. Zhou anunciaram a descoberta de ossos de tamanho razoável das patas dessa espécie.

Gingerich e colegas encontraram ossos pélvicos e as extremidades do fêmur e da tíbia, mas nenhum osso dos pés. O material era insuficiente para reconstruírem o membro completo e suas articulações. Os ossos da pata são grandes e presumivelmente funcionais tanto na terra como no mar (a tíbia, em particular, pouco difere em tamanho e complexidade do mesmo osso pertencente ao *Pachyaena ossifraga*, um mesonychid aparentado e totalmente terrestre). Os autores concluem: “A pelve possui um acetábulo [cavidade na qual se articula a cabeça do



Uma baleia de quinze metros de Eoceno, *Basilosaurus isis*, do vale Zeuglodon, no Egito, tinha membros traseiros minúsculos, mostrados aqui em detalhe. Adaptado de *Science*, vol. 249, 13 de julho de 1990.

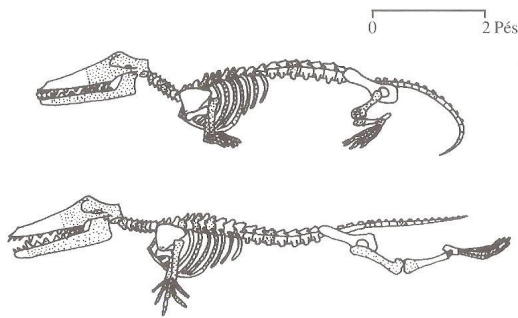
fêmur] grande e profundo, o fêmur proximal é robusto, a tíbia alongada. [...] Todas essas características, tomadas em conjunto, indicam que a *Indocetus* era provavelmente capaz de suportar o seu peso em terra firme e que era quase com certeza anfíbia, como se supõe que a *Pakicetus* do início do Eoceno tenha sido. [...] Acreditamos que a *Indocetus*, como a *Pakicetus*, adentrava o mar em busca de peixes para se alimentar e retornava à terra para descansar, dar à luz e criar seus filhotes”.

Veredito: Estamos quase, quase lá. Ainda precisamos de um material melhor. Todas as características certas já estão em seus devidos lugares — em especial os ossos da perna de tamanho e complexidade apropriados. Mas precisamos de mais fósseis e em melhor estado de conservação.

CASO 4. *Patas traseiras completas, funcionais e de tamanho apropriado para locomoção na terra e no mar — a prova irrefutável.* Os três primeiros casos, descobertos num intervalo de dez anos, certamente indicam uma investida paleontológica vitoriosa contra um antigo e clássico problema. Se sabemos onde procurar, e se um grande interesse desperta uma grande atenção, a satisfação plena geralmente vem logo em seguida. Foi, portanto, com grande alegria que li no exemplar de 14 de janeiro de 1994 da revista *Science* um artigo de J. G. M. Thewissen, S. T. Hussain e M. Arif intitulado “Evidência fóssil da origem da locomoção aquática das archaocetes [baleias antigas]”.

No Paquistão, em sedimentos 120 metros acima dos leitos que produziram a *Pakicetus* (e, portanto, um pouco mais recentes), Thewissen e colegas coletaram um notável esqueleto de uma nova baleia — não completa, mas muito mais bem preservada do que tudo o que havia sido encontrado dessa época, e com partes cruciais capazes de ilustrar uma legítima condição transicional entre terra e mar. O nome escolhido, *Ambulocetus natans* (literalmente, “baleia que nada e anda”), proclama a empolgação em torno dessa descoberta.

A *Ambulocetus natans* pesava cerca de trezentos quilos, o tamanho de um leão-marinho rechonchudo. A vértebra da cauda, preservada, é longilínea, indicando que a *Ambulocetus* mantinha a longa e fina cauda dos mamíferos, ainda não transformada numa estrutura locomotora (o encurtamento da cauda e o desenvolvimento de um lobo horizontal proeminente, os principais meios de propulsão da baleia moderna). Infelizmente, nenhum osso pélvico foi encontrado, mas a maior parte dos elementos de uma grande e robusta pata traseira foram recuperados



Dois reconstruções mostrando a *Ambulocetus*, uma baleia fóssil do Paquistão, em pé (em cima) e ao término de um movimento de natação (embaixo). Adaptado de *Science*, vol. 263, 14 de janeiro de 1994.

— incluindo um fêmur completo, partes da tíbia e do perônio, um astrágalo (osso do tornozelo), três metatarsos (ossos do pé) e diversas falanges (ossos dos dedos). Para citar os autores: “Os pés são enormes”. O quarto metatarso, por exemplo, mede cerca de quinze centímetros e o polegar a ele associado atinge dezoito centímetros. É interessante notar que a última falange de cada dedo do pé termina num pequeno casco, como nos ancestrais terrestres, os mesonychids.

Além do mais, essa nova abundância de informações permite-nos inferir não apenas a forma dessa baleia transicional, mas também, e com razoável grau de certeza, um estilo de locomoção e um modo de vida intermediários (impossível nos três primeiros casos, pois a *Pakicetus* não passa de um crânio, a *Basilosaurus* já havia transposto a ponte e a *Indocetus* é fragmentária demais). Os membros dianteiros são menores que os traseiros, e limitados quanto aos movimentos; essas patas dianteiras, para citar os autores, “eram provavelmente usadas para manobrar e orientar durante a natação, como ocorre nos cetáceos existentes [‘baleias modernas’ na linguagem comum], e careciam de uma força propulsora maior na água”.

As baleias modernas movem-se pela água por meio de batidas vigorosas de seus lobos caudais horizontais — um movimento possível

graças às fortes oscilações de uma coluna vertebral traseira flexível. A *Ambulocetus* ainda não desenvolvera um lobo caudal, mas a espinha já possuía a flexibilidade necessária. Thewissen *et al.* escrevem: “A *Ambulocetus* nadava por meio de ondulações dorsoventrais [das costas para a barriga] da sua coluna vertebral, conforme demonstrado pelo formato de suas vértebras lombares [parte inferior das costas]”. Essas ondulações funcionavam junto com (e impeliavam) as batidas dos grandes pés da *Ambulocetus* — e esses pés forneciam a grande força propulsora para o nado. Thewissen *et al.* concluem o artigo escrevendo: “Como os cetáceos modernos — ela nadava movendo a espinha para cima e para baixo; mas, como as focas, a principal superfície propulsora provinha dos pés. Como tal, a *Ambulocetus* representa uma forma intermediária crucial entre os mamíferos terrestres e os cetáceos marinhos”.

A *Ambulocetus* não era nenhuma bailarina em terra firme, mas não temos motivo para julgar que essa criatura fosse menos eficiente que os leões-marinhos modernos — por mais deselegantes que possam ser. Os membros dianteiros talvez se estendessem para os lados, basicamente para proporcionar maior estabilidade, e o movimento para a frente era proporcionado pela distensão das costas e pelo conseqüente flexionamento dos membros traseiros — lembrando mais uma vez os leões-marinhos.

Veredito: Paleontólogos sôfregos, acostumados a trabalhar com fragmentos na reconstrução de totalidades, sempre querem mais (seria ótimo ter mais ossos pélvicos, para começar). Mas se eu recebesse uma folha de papel em branco, e um cheque também em branco, não seria capaz de conceber uma forma intermediária teórica melhor ou mais convincente do que a *Ambulocetus*. Mesmo que os dogmatistas capazes de fazer do branco negro, e do negro branco, graças a uma espécie de prestidigitação verbal, jamais sejam convencidos de coisa alguma, o fato é que a *Ambulocetus* é precisamente o animal que os criacionistas proclamavam ser teoricamente impossível.

Algumas descobertas da ciência são empolgantes porque obrigam a uma revisão ou inversão das expectativas, outras porque afirmam com elegância algo que já se suspeitava, mas ainda não havia sido documentado. Os quatro casos da nossa história, culminando com a *Ambulocetus*, enquadram-se na segunda categoria. A descoberta seqüencial, quadro a quadro, de uma criatura intermediária na evolução das baleias, destaca-se como um dos grandes êxitos da história da

paleontologia. Não posso imaginar um relato melhor para uma apresentação popular da ciência, nem uma vitória política mais intelectualmente satisfatória sobre a oposição criacionista remanescente. É com grande alegria e até exultação que apresento essa história nesta série de ensaios.

Todavia, devo confessar que essa parte da narrativa não é a que mais me intriga como cientista e biólogo evolucionista. Não quero parecer cínico, insensível ou dogmático, mas a *Ambulocetus* aproxima-se tanto das nossas expectativas de uma forma transicional que a sua descoberta não chegou a proporcionar a um paleontólogo profissional o maior de todos os prazeres da ciência: a surpresa. Como ilustração pública e vitória sociopolítica, as baleias transicionais podem ser a notícia da década — mas os paleontólogos nunca duvidaram da existência delas nem achavam que uma teoria fundamental iria entrar em colapso se sua ausência se prolongasse. Adoramos dar substância a nossas expectativas, mas esse tipo de alegria é secundário se comparado com a sacudidela intelectual da surpresa.

Portanto, fiquei muito mais intrigado com um outro aspecto da *Ambulocetus* ao qual nem os relatos técnicos nem as notícias populares deram muita atenção. O fato é que a anatomia dessa forma transicional ilustra um princípio vital da teoria evolucionista — raramente discutido, ou sequer formulado de maneira explícita, mas fundamental a qualquer entendimento da fascinante complexidade histórica da natureza.

Nossas tradições darwinianas concentram-se demais na natureza adaptativa das formas orgânicas, e de menos nas peculiaridades e idiosincrasias imbuídas em cada animal pela história. Como não poderia deixar de ser, sentimo-nos aturdidos diante da complexa perfeição aerodinâmica da asa de um pássaro, ou da assustadora precisão mimética de uma borboleta fazendo-se de folha morta. Não costumamos perguntar por que a seleção natural dirigiu-se para essa ou aquela configuração ideal em particular — ao invés de alguma outra dentre um conjunto de alternativas não realizadas. Em outras palavras, ficamos tão pasmos com a beleza das configurações que paramos de perguntar assim que descobrimos por que esse ou aquele traço funciona tão bem — quando deveríamos também estar fazendo as perguntas do historiador: “Por que *isso* e não *aquilo*?” ou “Por que *isso* aqui e *aquilo* numa criatura parecida que vive em outro lugar?”.

Vou dar um ótimo exemplo entre os mamíferos marinhos: as duas ordens de animais inteiramente aquáticos — Sirenia e Cetacea — nadam batendo lobos horizontais para cima e para baixo. Como essas duas ordens surgiram separadamente, de ancestrais terrestres distintos, o lobo caudal horizontal surgiu duas vezes, de maneiras evolutivas independentes. Muitos estudos hidrodinâmicos documentaram tanto o modo como a excelência dessa locomoção subaquática, mas vezes demais os pesquisadores param ao constatar essa maravilha da engenharia e não chegam a fazer as perguntas igualmente intrigantes do historiador. Os peixes nadam de uma maneira exatamente oposta — também por propulsão traseira, mas com lobos caudais verticais, que batem da esquerda para a direita (as focas também mantêm suas patas traseiras na vertical, movendo-as lateralmente quando nadam).

Os dois sistemas funcionam igualmente bem; os dois podem ser considerados “ótimos”. Por que então os peixes ancestrais teriam favorecido um e os mamíferos que retornavam ao mar o outro, a alternativa ortogonal? Não devemos simplesmente erguer os braços e dizer que tanto faz dar na cabeça como na cabeça dar. Tanto uma maneira como a outra servem, e a escolhida pela evolução é realmente aleatória em qualquer caso individual. “Aleatoriedade” é um conceito complexo e profundo, de grande utilidade e valor positivo, mas algumas conotações populares não passam de um reconhecimento da própria derrota, como aqui. Talvez não importe no “grande esquema das coisas” se a melhor adaptação possível é a vertical ou a horizontal; o fato é que ambas as soluções ocorreram por algum motivo em cada um dos casos. Esse motivo pode ser peculiar à linhagem da criatura em questão e, portanto, ser determinado historicamente — ou seja, não tem vínculo algum com nenhum conceito mais abrangente de padrão ou previsibilidade na história geral da vida. Todavia, existem também motivos localizados, que podem e devem ser examinados.

Essa questão, quando chega a ser discutida pela teoria evolucionista, recebe o nome de “múltiplos picos adaptativos.” Temos vários exemplos típicos, poucos dos quais, porém, com uma documentação efetiva; a maioria são hipóteses, sem nenhuma sustentação paleontológica. (Por exemplo, meu colega Dick Lewontin adora apresentar o seguinte caso no curso de introdução à biologia evolucionista que lecionamos em conjunto: “Algumas espécies de rinocerontes têm dois chifres, outras apenas um. As duas alternativas provavelmente funcio-

nam igualmente bem em relação ao que os rinocerontes fazem com seus chifres, de modo que o caminho escolhido talvez não importe. Dois e um podem ser soluções comparáveis, ou múltiplos picos adaptativos”. Lewontin então afirma que *deve* haver um motivo, mas que a explicação provavelmente se encontra nas circunstâncias fortuitas da história, não em previsões abstratas baseadas na otimização universal. Muito bem. Mas as peculiaridades da história, povoando a Terra com uma *variedade imprevisível* de configurações anatômicas plausíveis e funcionais, constituem um tema de estudo mais do que fascinante. O problema é que não podemos ir além disso no caso dos rinocerontes, pois não temos dados que nos permitam entender por que um determinado caminho foi escolhido em detrimento do outro.)

Adoro a história da *Ambulocetus* porque essa baleia transicional, um dos melhores exemplos de múltiplos picos adaptativos, proporcionou-nos fatos incontestes sobre os motivos de um percurso ter sido escolhido. Por que as duas ordens de mamíferos inteiramente marinhos escolheram a solução dos lobos caudais horizontais? Discussões anteriores costumavam apresentar o argumento plausível de que determinados legados dos ancestrais mamíferos terrestres teriam criado uma predisposição anatômica. Em particular, muitos mamíferos (mas não outros vertebrados terrestres), especialmente os carnívoros mais ágeis e velozes, correm flexionando a coluna vertebral para cima e para baixo (imaginem um tigre correndo e vejam as ondulações de suas costas). Os mamíferos que não se sentem particularmente à vontade na água — cachorros nadando cachorrinho, por exemplo — podem manter suas costas rijas e mover-se apenas batendo as pernas. Já os mamíferos semi-aquáticos que nadam para sobreviver — notadamente a lontra fluvial (*Lutra*) e a lontra marinha (*Enhydra*) — movem-se na água dobrando vigorosamente a coluna vertebral na parte posterior do corpo. Essa ondulação vertical impele o corpo para a frente por si mesma (e empurrando a cauda para cima e para baixo) e também por impelir os membros traseiros para a frente e para trás com as ondulações do corpo.

Portanto, os lobos caudais horizontais podem ter se desenvolvido em mamíferos marinhos porque a flexibilidade herdada da movimentação ascendente/descendente (e não lateral) da coluna dirigiu esse caminho a partir de um passado terrestre. Esse contexto explicativo era, até o momento, apenas uma boa história, com uma certa sustentação

simbólica graças às lontras, mas sem nenhuma evidência direta dos ancestrais das baleias ou dos sirênios. A *Ambulocetus* forneceu-nos essa evidência direta — e da maneira mais elegante, pois todas as peças do quebra-cabeça encontram-se no seu esqueleto fóssil recuperado.

Podemos inferir das vértebras da cauda que a *Ambulocetus* preservava uma longa e estreita cauda de mamífero, e não desenvolvera ainda o longo lobo horizontal. Sabemos pela coluna vertebral que essa baleia transicional preservava também a característica mamífera de movimentos flexíveis para cima e para baixo. E as grandes pernas traseiras nos dizem que a ondulação dorsal deve ter fornecido propulsão aos vigorosos pés, como nas lontras modernas.

Thewissen e colegas tiram as devidas conclusões evolutivas desses fatos. Oferecem assim uma belíssima comprovação que determina conclusivamente através de dados paleontológicos um caso de múltiplos picos adaptativos: “A *Ambulocetus* mostra que a ondulação da coluna desenvolveu-se antes do lobo caudal. [...] Os cetáceos atravessaram um estágio que combinava a propulsão dos membros traseiros e a ondulação da coluna, lembrando a locomoção aquática das lontras de nado rápido”. Em outras palavras, o lobo caudal horizontal surgiu porque as baleias transferiram para a água o seu sistema terrestre de movimento espinhal.

A história determina um rumo dentre várias alternativas teóricas. Em sua última peça, Shakespeare observou que “o que é passado é prólogo; o que está para vir é vosso e meu encargo”.* Mas os instantes do presente não constroem esse muro de separação entre um passado que nos molda e um futuro sob nosso controle. A mão do passado estende-se adiante, passando por nós, até um futuro incerto que não podemos especificar inteiramente.

EPÍLOGO

Escrevi este ensaio numa onda de entusiasmo durante a semana em que Thewissen e colegas publicaram a sua descoberta da baleia intermediária definitiva, *Ambulocetus*, em janeiro de 1994. Com meu intervalo regulamentar de três meses entre a redação e a primeira publicação de um ensaio na revista *Natural History*, “Fisgando Leviatã pelo

(*) What's past is prologue; what to come, in yours and my discharge. *A tempestade*, ato II, cena I. (N. T.)

seu passado” foi publicado em abril de 1994 — já incluindo o tema central do desenvolvimento cronológico da trama em quatro estágios.

Penso na antiga canção *spiritual*: “Às vezes fico desalentado, e penso que meu trabalho é em vão. Mas vem então o Espírito Santo e reaviva a minha alma”. Sou basicamente uma pessoa alegre, mas todos precisamos de inspiração externa de vez em quando. Se “existe um bálsamo em Galaad” (o título da canção) para os cientistas, esse elixir, a infusão do espírito santo, toma a forma de novas descobertas. Na mesma semana em que o ensaio foi publicado, Phil Gingerich e colegas (veja a bibliografia) publicaram a descrição de outra baleia fóssil intermediária, a quinta narrativa de uma seqüência estupenda de confirmação evolutiva e paleontológica. (Senti-me um pouco estranho com a aposentadoria compulsória do meu ensaio no dia do seu nascimento, mas toda a ciência é obsoleta a partir da sua gestação — e eu bem sabia que poderia escrever este epílogo para o meu próximo livro!)

Gingerich e colegas descobriram no Paquistão e nomearam o fóssil de uma baleia do Eoceno, a *Rodhocetus kasrani* (*Rodho* do nome local da região, *kasrani* do grupo de baluchis que lá vivem). Estima-se que a *Rodhocetus* teria cerca de três metros de comprimento e que viveu há aproximadamente 46,5 milhões de anos. Essa nova baleia é, portanto, cerca de 3 milhões de anos mais recente do que a *Ambulocetus* (o quarto e mais importante caso do ensaio) e teria aproximadamente a mesma idade que a *Indocetus* (caso 3 no ensaio). Nenhum osso dos membros dianteiros foi encontrado e a coluna não possui as vértebras da cauda, mas grande parte do crânio foi recuperada e, talvez ainda mais importante, a coluna vertebral quase completa, do pescoço até o começo da cauda. A maior parte da pelve também estava preservada e, o que é crucial como prova do seu caráter transicional, um fêmur completo (mas nenhum outro elemento dos membros traseiros).

Tentarei resumir a importância da *Rodhocetus* (e o modo gratificante como ampliou a nossa história de evidências “irrefutáveis” de formas intermediárias das baleias a partir de ancestrais terrestres) apresentando um sumário das evidências encontradas em três grandes categorias de dados paleontológicos: forma (anatomia), hábitat (meio ambiente) e função.

FORMA. O que mais me chamou a atenção foram duas características da anatomia da *Rodhocetus*. Primeiro, o excelente estado de preservação da coluna vertebral fornece uma boa comprovação do seu caráter

intermediário, pois mostra uma mistura de características preservadas do seu passado terrestre e de outras recém-adquiridas para um presente aquático. As espinhas neurais elevadas (projetadas para cima) das vértebras torácicas anteriores (logo atrás do pescoço) sustentam músculos que ajudam a segurar a cabeça dos animais terrestres (o que não é uma necessidade funcional na flutuabilidade dos ambientes marinhos; as baleias evoluíram a partir de um grupo terrestre, os mesonychids, de cabeças particularmente grandes). A articulação direta da pelve com o osso sacro (a região adjacente da coluna vertebral) também caracteriza tanto a *Rodhocetus* como os mamíferos terrestres (nos quais a gravidade exige esse reforço extra), mas não ocorre nas baleias modernas. Gingerich e colegas concluem: “Essas são características primitivas de mamíferos que sustentam o seu peso em terra firme, e ambas sugerem que a *Rodhocetus*, ou alguma predecessora imediata, ainda era parcialmente terrestre”.

Outros aspectos da coluna espinhal, no entanto, indicam adaptação ao nado: vértebras cervicais curtas, implicando rigidez da extremidade frontal do corpo (o que serve para abrir caminho na água enquanto as partes traseiras do animal fornecem propulsão); e, especialmente, a flexibilidade inconsútil das vértebras posteriores (as vértebras sacras são fundidas na maioria dos grandes mamíferos terrestres, mas separadas tanto nas baleias modernas como na *Rodhocetus*), uma configuração importante para fornecer impulso frontal durante o nado. Gingerich e colegas concluem: “Essas são características derivadas associadas à locomoção aquática das archaeocetes [baleias antigas] posteriores e das baleias modernas”.

Em segundo lugar, algo ainda mais notável para este relato da descoberta seqüencial de estágios intermediários graduais ao longo dos últimos vinte anos, a *Rodhocetus* é cerca de 3 milhões de anos mais recente do que a *Ambulocetus* (uma baleia marinha com membros grandes o suficiente para também permitir movimentação terrestre) e bem mais antiga do que baleias posteriores que já haviam atravessado a ponte para uma vida inteiramente marinha (a *Basilosaurus*, o caso 2 do ensaio, com membros traseiros bem formados mas pequenos demais para serem funcionais em terra firme e que provavelmente também não se saíam muito bem na água). No achado mais empolgante desse novo caso 5, o fêmur da *Rodhocetus* tem cerca de dois terços do comprimento do

mesmo osso da *Ambulocetus* mais antiga — ainda funcional em terra (provavelmente) mas reduzido após 3 milhões de anos de evolução.

HÁBITAT. A *Rodhocetus* é a baleia mais antiga de mares relativamente profundos. A mais antiga de todas, a *Pakicetus* do caso 1, vivia em estuários fluviais; a *Ambulocetus* e a *Indocetus* dos casos 3 e 4 habitavam águas marinhas rasas. É interessante notar que o hábitat mais marinho da *Rodhocetus* correlaciona-se com a maior redução dos membros traseiros, pois a *Indocetus* é sua contemporânea mas tinha um fêmur maior, comparável em tamanho ao da *Ambulocetus*. (As três criaturas tinham mais ou menos o mesmo tamanho.) Dessa forma, embora admitidamente com evidências escassas, podemos concluir que os membros diminuíram de tamanho ao longo do tempo, e diminuíram mais depressa nas baleias de ambientes mais plenamente marinhos. (Talvez a *Rodhocetus* já não fizesse mais incursões em terra firme, ao passo que a *Ambulocetus*, anterior no tempo e com um fêmur maior, quase certamente habitava tanto a terra como a água.) Seja como for, a contemporaneidade da *Rodhocetus* (fêmur menor e águas mais profundas) e da *Indocetus* (fêmur mais comprido e hábitat em águas mais rasas) ilustra a diversidade já existente na evolução dos cetáceos. A evolução, como sempre digo, a ponto de certamente enfadar os leitores, é um ramo copiosamente arborescente, não uma escada.

FUNÇÃO. Não foram encontradas vértebras da cauda da *Rodhocetus*, de modo que não podemos dizer ao certo se essa baleia já desenvolvera um lobo caudal completo. Mas a julgar pela coluna espinhal magnificamente preservada (em particular as vértebras sacras não fundidas, “tornando flexível a coluna lombocaudal inteiriça”, nas palavras de Gingerich *et al.*), a *Rodhocetus* aparentemente possuía um vigoroso flexionamento dorsoventral no extremo posterior do corpo — pré-requisito para que nadasse no estilo das baleias modernas, isto é, com propulsão fornecida por um lobo caudal horizontal que se move para cima e para baixo pelo arqueamento da coluna vertebral. Fiquei particularmente contente com esse resultado, pois havia encerrado meu ensaio com uma minidisquisição sobre múltiplos picos adaptativos e a importância dos legados históricos, ilustrada pelas nadadeiras caudais verticais dos peixes *vis-à-vis* os lobos horizontais das baleias — duas soluções que funcionam igualmente bem, sendo que as baleias estão restritas a essa alternativa menos familiar por haverem evoluído a partir de ancestrais terrestres cujas costas flexionavam no sentido dorso-

ventral quando corriam. Gingerich e colegas concluem: “Isso indica que o modo característico dos cetáceos nadarem pela oscilação dorsoventral de uma cauda musculosa desenvolveu-se nos primeiros três milhões de anos após o aparecimento das archaeocetes”.

Uma última observação tangencial antes de encerrar. A sociologia da ciência inclui muita coisa que não aprecio, mas devemos saber elogiar aquilo que fazemos bem. A ciência, em sua melhor forma, é decididamente um empreendimento internacional (veja o ensaio 20) — e não posso senão sentir prazer diante da lista de pesquisadores que trabalharam num laboratório americano a partir de pesquisas de campo realizadas na Ásia, com o apoio do Instituto Geológico do Paquistão: Philip D. Gingerich, S. Mahmood Raza, Muhammad Arif, Mohammad Anwar e Xiaoyuan Zhou. Parabéns a todos. Também não pude deixar de notar a primeira sentença da monografia desses senhores: “A evolução primordial das baleias é ilustrada por crânios e esqueletos parciais de cinco archaeocetes da era ypresiana (início do Eoceno)”. A escala de tempo geológico é igualmente internacional, pois o nosso registro fóssil é um esquema global para correlacionar a idade das rochas. Desse modo, uma camada de sedimentos no Paquistão pode ser identificada como representativa de uma época cujo nome provém de um lugar que se tornaria palco da batalha mais sangrenta da Primeira Guerra — a terrível Ypres* (ou “Wipers”, como os soldados britânicos designaram o lugar da sua hecatombe).

Mas basta de pensamentos lúgubres e sentimentais. Encerremos, pois, o ensaio seguindo o mesmo formato anterior, ao incluir o caso da *Rodhocetus*:

CASO 5. Aberto e encerrado.

Veredito: Confirmação plena e total, comemorada com vinho e rosas.

(*) Houve três batalhas em Ypres. Na última, de outubro a novembro de 1917, com avanços estratégicos insignificantes, 300 mil soldados morreram. (N. T.)