EDMAC TRIGUEIRO

HISTÓRIA DO HOMEM

NOSSO LUGAR NO UNIVERSO



EDMAC TRIGUEIRO

HISTÓRIA DO HOMEM

NOSSO LUGAR NO UNIVERSO

PandorgA
NACIONAL

Copyright © Edmar Trigueiro, 2017

Todos os direitos reservados

Copyright © 2016 by Editora Pandorga

Direção Editorial
Silvia Vasconcelos

Produção Editorial
Equipe Editora Pandorga

Preparação
Andréia Santarino

Revisão
Tássia Carvalho

Diagramação
Abreu's System

Composição de capa
Carlos Eduardo Gomes

Ilustração
Daniel Brandão

Editoração digital
Claudio Tito Braghini Junior

Texto de acordo com as normas do Novo Acordo Ortográfico da Língua Portuguesa
(Decreto Legislativo n. 54, de 1995)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Ficha elaborada por: Tereza Cristina Reinos – CRB-8/7110

Trigueiro, Edmar.
História do homem: nosso lugar no Universo / Edmar Trigueiro. – 1. ed. – São Paulo: Pandorga, 2017.
192 p. ; 11 x 21 cm.

ISBN 978-85-8442-171-8

1. Civilização – História 2. Evolução humana 3. Homem – Evolução 4. Homem – História 5. Homem – Origem. I. Título.

15.10.036-2016 CDD-599.938

2017
IMPRESSO NO BRASIL
PRINTED IN BRAZIL
DIREITOS CEDIDOS PARA ESTA EDIÇÃO À
EDITORA PANDORGA
AVENIDA SÃO CAMILO, 899
CEP 06709-150 – GRANJA VIANA – COTIA – SP
TEL. (11) 4612-6404

WWW.EDITORAPANDORGA.COM.BR

Luzes serão lançadas sobre a origem do homem e sua história.

DARWIN

Dedico este livro a meu pai, Machidovel Trigueiro de Oliveira, eterna saudade e fonte de inspiração. Ele me deixou duas semanas após a conclusão do livro. À minha mãe Edirthes, pelo amor incondicional e dedicação. Ao irmão Machidovel Filho. À esposa Lana. O acaso nos ligou e o amor não nos deixa desligar. A meus filhos, Pedro Henrique, Eduardo e Giovana. A nossa casa, com vocês, sempre será uma festa.

Somos apenas viajantes do espaço, perdidos num Universo infinito.

Introdução

> *Inúmeras áreas importantes da natureza – a cosmologia, a geologia e a evolução, entre elas – precisam ser estudadas com ferramentas proporcionadas pela história. Os métodos apropriados concentram-se na narrativa, e não nos experimentos, tal como em geral os concebemos.*
>
> STEPHEN JAY GOULD

Os comandantes da Marinha, do Exército e da Aeronáutica estavam reunidos em uma sala secreta. A pauta da reunião: o destino da presidenta Dilma Rousseff. Diante dos acontecimentos, discutiam um golpe para derrubá-la. O desfecho seria selado por uma votação, após cada um expor seus pontos de vista e tentar convencer um ao outro de suas posições. A votação estava empatada. O comandante da Marinha optou pelo golpe, enquanto o da Aeronáutica se posicionou contrariamente. O Exército teria a palavra final. Naquele momento, o telefone tocou aqui em casa. Era o comandante do Exército. Conheci-o há muito tempo. Fizemos amizade e acabamos tornando-nos grandes amigos. Confiava muito em mim, achava-me uma pessoa estudiosa e equilibrada. Segundo sempre me dizia, gostava de ouvir minha opinião, porque me considerava pessoa de bom senso. Contou-me o que estava acontecendo e pediu meu conselho, porque tinha de decidir o destino da nação imediatamente. Fiz várias ponderações do que achava sobre tudo isso e, no final, posicionei-me pela preservação do mandato da presidenta. O comandante votou. Não houve o golpe.[1] Por quê?

Um asteroide relativamente grande se desviou de sua rota natural. Apesar de a Nasa ter identificado a trajetória em direção à Terra, não haveria mais tempo para detê-lo. Ele caiu na Terra e matou noventa por cento das espécies que moravam aqui. Uma delas muito especial, nós, a espécie humana. Ao longo do tempo, a evolução pela seleção natural darwiniana havia construído a espécie mais bem-dotada, a melhor adaptada, dentre todas, a viver e a dominar o planeta, mas, mesmo assim, todos esses dotes não foram suficientes para nos preservar da extinção. O que deu errado?

Este livro trata da História do Homem e do lugar que ocupa no Universo. Ao concluir a leitura, você saberá a resposta para os dois casos citados acima.

No passado, existiram várias espécies[2] de hominídeos, e não apenas uma, como a que conhecemos hoje. É a história de todas essas espécies que será

contada aqui. Com este, encerra-se a trilogia, iniciada em 2011, com a publicação da História do Universo, seguida pela História da Vida, em 2015. O que se pretendeu com a série foi apresentar a versão predominante da ciência acerca da origem do Universo, da Vida e do Homem, em uma linguagem de divulgação científica e sempre procurando "historicizar" a temática. Neste último volume, o leitor irá deparar com a saga da espécie humana desde quando se separou dos macacos, em algum lugar da África, algo em torno de sete milhões de anos atrás, até o alvorecer do mundo moderno, com a chegada de levas de *Homo sapiens* ao continente americano há cerca de quinze mil anos.

A árvore genealógica que representa o cenário atual foi construída ao longo do século XX, um quebra-cabeça que causou e ainda causa discussões acaloradas entre paleoantropólogos. Um exemplo é a teoria, capitaneada por Yves Coppens, no sentido de que os hominídeos tivessem evoluído a partir do leste do vale do Rift, na África. A descoberta dos fósseis de Abel (1995) e Toumai (2002), por Michel Brunet, sepultou tal tese, pois os dois hominídeos foram encontrados no lado oeste do Rift. O cenário paleoantropológico também mudou bastante nos últimos trinta anos. Nos anos setenta, os *Australopithecus afarensis* eram os que constituíam os mais remotos ancestrais humanos. A partir dos anos dois mil, Toumai vai assumir o posto, tomando de Lucy o lugar de representante mais antigo da espécie humana e, com isso, dobrando a idade em que se acreditava haver vivido o ancestral comum entre o homem e o macaco, de três milhões e meio para sete milhões de anos.

Hoje dispomos de um quadro aceitável do que de fato ocorreu desde o início da espécie humana até a versão mais moderna, o *Homo sapiens*, quando a humanidade saiu da África para tomar conta do mundo e dominar todas as outras espécies humanas que existiam, tanto na Ásia, quanto na Europa.

Para quem acha que a Terra foi criada por causa de nós, não se sabe porque se esperou tanto tempo e por qual razão existiram tantos tipos diferentes de humanos. Afinal de contas, nove bilhões de anos se passaram desde o surgimento do Universo até o aparecimento de nosso planeta. E daí mais espera. A Terra aguardou mais de 4,5 bilhões de anos para nos dar o homem, na forma de nosso ancestral mais primitivo, meio homem/meio macaco. Não era assim que sonhava a humanidade desde tempos imemoriais. Até hoje, em qualquer religião do mundo, apregoam-se momentos quase que instantâneos ou sucessivos na criação do Universo, da Terra, da Vida e do Homem. Todavia, a ciência parece demonstrar o contrário. Com efeito, a idade e a forma da luz, das rochas e dos ossos hoje são fatos científicos que comprovam o momento do surgimento dos eventos mais importantes na história da humanidade. O descobrimento da evolução, o desenvolvimento da genética e o encontro de ossadas antigas

provaram que existiram várias espécies de hominídeos antes do *sapiens* e que todos eles compartilharam um ancestral comum com os chimpanzés, ou seja, não somos o motivo, nem a finalidade da existência do Universo e da Vida. Difícil de aceitar, porque nos damos importância demais, porém talvez sejamos apenas fruto do acaso.

Na verdade, o Universo não nos dá a mínima. Prova disso são as explosões de estrelas que estão a ocorrer nos cantos mais remotos do cosmos. É sorte nossa estarmos a milhares de anos-luz desse local, senão morreríamos instantaneamente. Muitas dessas megaexplosões catastróficas são flagradas por máquinas que construímos. Os eventos de extinção em massa pelos quais a Terra já passou nos últimos milhões de anos representam mais um exemplo do descaso do Universo conosco. Eles provocaram a destruição indiscriminada de quase todas as espécies que tinham a Terra como habitat. Não nos extinguimos por pura sorte, simplesmente porque não existíamos na época.

Todas essas reflexões nos conduzem a reconhecer como é imperioso o estudo da história natural. Outrora era a matéria mais importante do conhecimento humano, hoje relegada ao esquecimento. Basta conferir as prateleiras das livrarias, recheadas de romances e livros de autoajuda. A própria história carece de livros desse tipo, como se a História do Universo, da Vida e do Homem não fizesse parte da disciplina. Os *best-sellers* da área são livros que tratam de histórias dos acontecimentos políticos, militares e biográficos. Até experiências das intimidades e do cotidiano se sobrepõem, de maneira injustificada, à história natural. Este livro representa, então, o ponto fora da curva dessa trajetória editorial. Não é muito, mas, ao mesmo tempo, é tudo, porque aqui está o que mais propriamente nos diz respeito. Afinal de contas, esta é nossa história mais íntima - a história de nossos ancestrais e sua conexão com o cosmos.

Por fim, gostaria que o leitor fizesse a leitura deste livro como possibilidades e aproximações, e não como verdades absolutas. Isso porque:

1. Há muita incerteza sobre um passado tão longínquo;

2. Estamos calejados o suficiente para sabermos que o percurso traçado pela História da Ciência é repleto de erros e reviravoltas;

3. Não devemos apostar todas as fichas no que cientistas e autores assinam, por mais laureados que sejam.

Apesar de tudo isso, cremos que a ciência é o que de mais próximo e seguro temos da verdade do que se registrou no passado, pois é, dentre as que dispomos, a ferramenta que possui um grau mais elevado de confiabilidade.

PARTE I

O Universo e o Homem


VOCÊ SABE COM QUEM ESTÁ FALANDO?

Das trevas à luz

> *No transcorrer dos séculos, o ingênuo amor-próprio dos homens teve de submeter-se a dois grandes golpes desferidos pela ciência. O primeiro foi quando souberam que a nossa Terra não era o centro do Universo, mas o diminuto fragmento de um sistema cósmico de uma vastidão que mal se pode imaginar. O segundo golpe foi dado quando a investigação biológica destruiu o lugar supostamente privilegiado do homem na criação e provou sua descendência do reino animal e sua inextirpável natureza animal.*
>
> SIGMUND FREUD

> *O modelo heliocêntrico do Sistema Solar, de Nicolau Copérnico, é considerado a primeira demonstração científica convincente de que nós, seres humanos, não somos o ponto focal do cosmos.*
>
> BRIAN GREENE

TALVEZ AS DUAS PERGUNTAS mais importantes de toda a história humana sejam estas. Por que existimos? O que estamos fazendo aqui? A mitologia, a filosofia e a religião têm procurado, sem êxito, dar respostas a essas duas indagações fundamentais. No fundo, a falta dessas respostas pode ser a razão para boa parte do mais íntimo sentimento de orfandade, que repercute em clínicas psicanalíticas que se ocupam com o tratamento da melancolia e da depressão.

Nem a prosperidade, nem a sólida relação, nem os filhos, nem a religião, nem o sucesso profissional fazem eliminar esse sentimento, porque talvez saibamos que as explicações que nos transmitiram ao longo da história são provavelmente falsas. Parece que carregamos, dentro de nós mesmos, a profunda desconfiança de que fomos traídos. A consciência de que permanecemos enganados durante tanto tempo nos deixa profundamente ressentidos e magoados.

A explicação mais satisfatória para o surgimento do homem e o propósito de sua existência são fornecidos pela ciência.[3] E ela tem cumprido esse papel ao longo do tempo. Até a Idade Média, talvez fôssemos mais felizes, porque nos concebíamos como aquilo que de mais importante havia no Universo. Éramos a razão de tudo, o epicentro de um projeto divino. Coube à ciência demonstrar que não era bem assim. E isso nos tem deixado desolados.

A teoria que prediz que a Terra é o centro do Universo se firmou com o grego

Ptolomeu, a partir do ano 150 de nossa era. Ele escreveu um volumoso tratado, o Almagesto, em que, por uma complicada teoria de epiciclos, “provou” que a Terra ficava parada no centro do Universo e o Sol girava em torno dela. Demorou muito tempo para essa teoria soçobrar. Foi preciso esperar o Renascimento e a genialidade de alguns cientistas para que essas ideias naufragassem. O problema (um problemão, nós diríamos) era que a Igreja, a mais poderosa instituição da Idade Média, havia caído no conto de fadas ptolomaico e não estava disposta a recuar.

No final da Idade Média, a Igreja começou a sofrer os primeiros ataques mais consistentes e ela, como uma onça acuada, reagiu. Uma onda mais severa de crítica partiu de um elemento do interior de sua própria estrutura. A cutucada na onça ocorreu com Lutero, um padre dissidente.[4] Ao revelar segredos inconfessáveis da Igreja, talvez sem consciência disso, acabou por incitar o imaginário popular. Mudanças no plano do simbólico provocam consequências mais duradouras ao processo histórico do que aquelas que operam na esfera material. Revirar o simbólico é perigoso, produz inquietações, pode acarretar consequências imprevisíveis e, até mesmo, despertar revoluções. Se não foi propriamente uma revolução que a reforma luterana estimulou, o fato é que, na dimensão espiritual, produziu uma nova religião e fez a Igreja Católica procurar reinventar-se. Mas talvez o mais importante tenha sido o abalo que provocou na crença da santidade da Igreja, conduzindo a sociedade, de uma maneira geral, a questionar a visão de alguns de seus membros. Sendo terrena e não divina, estaria sujeita a todo tipo de falhas e pecados.

A Reforma luterana abalou os alicerces da Igreja Católica. Para conseguir manter fiel o rebanho, teve de adaptar-se aos novos tempos. Fez parte do projeto a expansão da pregação pelo Novo Mundo, uma janela que se abria. Era necessária a conquista de almas puras, antes que o demônio delas se apossasse. Para construir uma nova Igreja, uma legião de missionários foi enviada a terras de continentes recém-conquistados.

O ataque de Lutero à Igreja serviu como incentivo para que outros tivessem a coragem de lhe seguir o exemplo. Com efeito, no final da Idade Média, despontaram condições histórico-culturais aptas a ensejarem uma contestação ao poder até então absoluto da Igreja. No campo da ciência, o modelo apregoado por Aristóteles e sustentado por Ptolomeu não conseguiu resistir. A teoria de Copérnico enfraqueceu a pregação que supervalorizava nosso lugar no cosmos. Como diz Dava Sobel, por causa dela a humanidade perdeu seu lugar no centro do Universo.

Assim como Lutero, Copérnico, mesmo sem ter o propósito, com suas novas ideias, ousou desafiar a Igreja, porém em outro flanco. Enquanto Lutero lutava

por um ideal, apostando na transformação da Igreja, naquilo que ela apresentava de mais majestoso, a espiritualidade, os sacramentos, os dogmas, os ritos, Copérnico encarnava a luta da razão contra as trevas. Novas ideias para um mundo em ebulição, um mundo que se renovava e renascia. O geocentrismo espatifou-se com Copérnico. Ficou muito difícil para a Igreja refazer-se do golpe após a publicação de *Sobre as revoluções das esferas celestes*, sua obra principal, em 1543, em que explicava, de forma bela e magistral, a órbita circular da Terra em torno do Sol. Não que a explicação de Ptolomeu houvesse sido inútil. Até que funcionou satisfatoriamente por mais de um milênio, todavia estava errada. O Sol não orbitava a Terra, era justamente o contrário o que ocorria.

O livro de Copérnico ficara pronto quase uma década antes da publicação, no entanto, ele relutou em publicá-lo com medo de críticas e perseguição. A dedicatória que propusera ao papa Paulo III expressa esse temor: “Seguramente bem posso, Santíssimo Padre, ter a certeza de que certas pessoas, ao ouvirem dizer que eu atribuo determinados movimentos ao globo terrestre, nestes meus livros escritos acerca das revoluções das esferas do Universo, imediatamente hão de gritar a necessidade de eu ser condenado juntamente com tal opinião”.[5]

Hesitação e cautela faziam sentido àquela época. Tempos depois, a obra foi incluída no catálogo de livros proibidos pela Igreja. No caso dele, até que fosse devidamente corrigido, adequando-se às Escrituras, tendo permanecido proscrito, porém, por mais de dois séculos. Isso ocorreu, contudo, apenas em 1616, quando um grupo de onze teólogos reunidos concluiu que a teoria copernicana era falsa e contrária às Escrituras e que a proposição do Sol como centro do mundo era herética, razão pela qual se determinou a inclusão da obra no índice dos livros proibidos pela Inquisição. O livro impresso só foi visto por Copérnico em seu leito de morte, acometido que fora por um derrame que paralisara o lado direito do corpo no ano anterior. Conta-se que ele só estava esperando por esse sublime momento para poder despedir-se e descansar.

Após algum tempo de a teoria copernicana vir ao mundo, mas ainda dentro do período renascentista, Johannes Kepler, aproveitando-se das meticulosas observações efetuadas pelo astrônomo dinamarquês Tycho Brahe por mais de vinte anos, aperfeiçoou o modelo, ao deduzir que a órbita que melhor explicava o movimento da Terra em torno do Sol era elíptica, e não circular. Com a publicação de *Astronomia Nova*, em 1609, estava colocada a derradeira pá de cal ao modelo aristotélico-ptolomaico. Era a ciência promovendo a superação do dogma pela razão.

O período final da Idade Média e o início da Moderna foram perigosos para quem se apresentasse refratário a verdades cristãs estabelecidas há tempos.

Giordano Bruno sofreu morte atroz por isso. Depois de preso e torturado por oito anos, foi queimado vivo em plena praça pública, em Roma, em 1600. O fogo era uma substância capaz, segundo acreditavam alguns, de destruir elementos imateriais. O pecado podia ser depurado pelo fogo. As fogueiras usadas durante a Inquisição revelavam este aspecto simbólico, libertar a alma moribunda do pecador, um trabalho de purificação. Assim, queimar pecadores nas fogueiras tinha sentido. Era nessa época que viveu Bruno, um defensor das ideias apregoadas por Copérnico, um rival para as pregações da Igreja Católica. Considerado por ela herege, teve um fim evitável, mas previsível. Determinou seu destino, na medida em que não se curvou a desdizer o que acreditava. Confrontou-se publicamente com a instituição mais rica da época. Deu-se mal, muito mal. O fogo foi seu destino, o último suspiro de um ingênuo. Melancólico fim, o doloroso e injusto preço que teve de pagar por propalar ideias para além de seu tempo, não importando o quão verdadeiras elas fossem.

Nessa época difícil, outro pensador preso, torturado e morto foi o filósofo italiano Giulio Vanini, nascido em 1585. Vanini é o que hoje podemos chamar de um livre pensador. Mas na Idade Média isso podia ser perigoso. Entre outras ideias, dizia que o Universo não era produto de uma vontade superior, mas de uma combinação fortuita de átomos, sendo governado apenas por leis naturais. Também negava a imortalidade da alma e, até onde sabemos, foi o primeiro pensador a propor o homem como tendo evoluído do macaco. Com ideias tão revolucionárias para a época e, sobretudo, anticristãs, não se estranha tenha sido preso e processado. Considerado culpado pelos delitos de ateísmo e blasfêmia, foi condenado pelo parlamento de Toulouse, na França, em 1619, à morte. A execução da sentença teve requintes de crueldade. Faleceu com a mesma idade do personagem cuja defesa do nome e da religião agora se invocava como pretexto para justificar a morte atroz. Assim como o outro, teve direito ao “devido processo legal”. Em vez, porém, da barriga vazada por uma lança, da carne dilacerada por pregos, do corpo pendurado na cruz, teve a língua decepada, a garganta estrangulada e o corpo queimado em uma fogueira. Foi em nome do Estado e da religião que esses crimes foram cometidos. Estado romano e religião judaica, no caso de Jesus; Estado francês e religião católica, no caso de Vanini.

Mais um que sofreu nesse período sombrio foi Galileu. A cegueira da Igreja era intelectual; a de Galileu, física. Ele lutou como pôde contra ambas, mas perdeu a batalha. As duas cobraram um preço muito alto, um preço que ele não pôde pagar. Ao final, Galileu não resistiu e teve de se deixar aprisionar o espírito e o corpo. A dor mais profunda que sentiu, entretanto, não foi tanto física, mas emocional. Terminou a vida cumprindo prisão domiciliar, porém nunca perdoou

aos que lhe infligiram o mal maior, a perda da liberdade de expressão, de dizer o que pensava acerca do mundo. A temível sanha inquisitorial dos teólogos da Igreja, que se assenhoraram do conhecimento científico, foi responsável pelo cometimento desse crime. Ao tentar pôr amarras em suas ideias, a Igreja proibiu Galileu de continuar a veiculá-las e o obrigou a renegá-las publicamente.[6] Na solenidade daquele momento, de joelhos diante dos algozes, abjurou: "Eu, Galileu, filho do falecido florentino Vincenzo Galilei, setenta anos de idade, juro que sempre acreditei e continuarei a acreditar em tudo o que crê, prega e ensina a Santa Igreja Católica e Apostólica. Fui julgado altamente suspeito de heresia por ter acreditado e defendido que o Sol está no centro do Universo e não se move, e que a Terra não é o centro e se move. Com sinceridade e verdadeira fé, abjuro, amaldiçoo e abomino os citados erros e heresias".[7] A Igreja tentava em vão impedir que se apregoassem teses que se contrapusessem à solene verdade supostamente emanada das Escrituras. Foi nesse contexto que Galileu foi processado, julgado e condenado à prisão.[8] E aos olhos dos que viveram aqueles tempos, a Igreja ainda teria sido benevolente porque, afinal, poupou-lhe a vida.

Assim, a ruptura da crença pela ciência foi conquistada a duras penas, um árduo e penoso trabalho que atravessou gerações desde a Antiguidade. A travessia só pôde ser ultimada a partir da Revolução Científica, no século XVI, com os sucessivos trabalhos de Copérnico, Kepler, Galileu e Newton. Hoje, é bom saber que a ciência se desligou dos deuses e mitos, divorciando-se também da religião. Afinal de contas, como já disseram alguns, o propósito das religiões de todas as matizes sempre foi determinar como deveríamos nos mover na Terra para alcançar o céu, e não como a Terra se move no céu.

O que um cientista moderno, ganhador do prêmio Nobel, tem a nos dizer sobre a natureza da ciência atual é esclarecedor: "A ciência moderna é impessoal, sem espaço para a intervenção sobrenatural ou (exceto nas ciências comportamentais) valores humanos; não possui nenhum sentido de finalidade e não promete nenhuma certeza".[9] Isso significa que talvez não seja mais necessário recorrermos a deuses para nos confortar, dando-nos uma esperança de infinitude que, no fundo, pode ser ilusória, apesar do conforto e da paz de espírito que nos proporciona.



Um olho desumano

> *Eu não me sinto assustado por estar perdido em um Universo misterioso e sem propósito, que, pelo que sei, é o que ele realmente é.*
>
> Richard Feynman

> *Continuamos a reunir coragem para viver vidas significativas em um Universo que provavelmente veio a existir – e pode vir a deixar de existir – sem propósito e certamente sem os seres humanos no centro.*
>
> Lawrence Krauss

> *Cosmologicamente falando, não existe nenhuma indicação de que tenhamos importância.*
>
> Sean Carroll

Apesar de o modelo de órbitas elípticas adotado por Kepler e por todos os que lhe sucederam conter a verdade da forma do movimento da Terra e dos outros planetas ao redor do Sol, não se explicou por qual motivo isso ocorria. As primeiras explicações verdadeiramente científicas começaram em 1600, com a publicação, em Londres, de um livro fabuloso, *De magnete* (Sobre o ímã), pelo médico da corte de Elizabeth I, o inglês William Gilbert.[10] Gilbert considerava a Terra como um gigantesco ímã e atribuía a razão do movimento dos planetas ao redor do Sol a uma força magnética. Todavia, teve-se de esperar pela genialidade de Newton para só então se descobrir a verdadeira causa de os planetas se movimentarem em torno do Sol. E a razão para que isso ocorresse chamou-se gravidade. Pela mesma lei que explica a suposta queda da maçã na cabeça de Newton, que seria o *insight* para a descoberta (estória essa que provavelmente nunca aconteceu), aplica-se o movimento da Terra ao redor do Sol. Tempos depois, Einstein aperfeiçoou ainda mais o modelo newtoniano ao publicar, em 1915, a Teoria da Relatividade Geral, uma nova teoria da gravitação, muito mais sofisticada que a anterior. Nela, Einstein explicou a gravidade como uma deformação no tecido cósmico. A força da gravidade distorceria o tecido do espaço-tempo, como uma cama elástica se distorce com o pulo de acrobatas e ginastas. A gravidade seria, então, uma distorção no tecido do cosmos provocada pela presença da matéria.[11] O Sol deforma o tecido do cosmos, formando como se fosse um vale, a ponto de essa deformação provocar a órbita dos planetas ao seu redor. Isso é o que chamamos de gravidade. A deformação no tecido do cosmos por causa do Sol foi comprovada em uma expedição científica enviada

em 1919 a Sobral, no interior do Ceará. A equipe de cientistas, liderada por Arthur Eddington (que não foi ao Ceará), constatou, por meio da observação de um eclipse solar, que a gravidade oriunda do Sol era capaz de deformar até mesmo a trajetória da luz! A constatação foi estampada com a seguinte manchete no *Times*, de Londres: *Revolução na ciência. Nova teoria do Universo. Ideias newtonianas derrubadas*. A partir desse instante, a fama de Einstein explodiu mundo afora. Assim, embora a equação mais famosa do mundo, $E=mc^2$, tenha sido proposta por Einstein quinze anos antes, foi Sobral quem fez de Einstein uma superestrela!

A publicação da obra de Newton, *Principia*[12], em 1687, permitiu que a humanidade conhecesse seu gênio e o imortalizasse como o maior que a ciência já produziu. As ideias de Kepler e de Newton fizeram renascer o até então esquecido modelo apregoado pelo grego Aristarco, que, apesar de correto, foi obnubilado pelo vigor intelectual e pelo prestígio acadêmico, filosófico e científico de Aristóteles.[13] O heliocentrismo ressurgia com força no mundo moderno, apoiado pelas obras de cientistas do quilate de Copérnico, Galileu, Kepler e Newton, mas havia muito mais a descobrir. Observações astronômicas haveriam de superar esse modelo. Ele poderia explicar muito bem uma realidade limitada do espaço: a minúscula e desprezível região ocupada pelo Sistema Solar, mas não atingia toda a Via Láctea, muito menos o Universo como um todo. O problema era que, até o século em que eles produziram seus trabalhos, acreditava-se que o Universo limitava-se ao Sistema Solar e às estrelas fixas, nada existindo para além delas. Progredimos muito desde a concepção vigente durante o século XVI e XVII, em que as dimensões do Sistema Solar se confundiam com as do próprio Universo. Para o século atual, sabe-se que a região ocupada pelo Sol e planetas é insignificante diante do tamanho infinito do Universo, com seus trilhões de trilhões de trilhões de sistemas de estrelas orbitadas por planetas, alguns semelhantes ao nosso. Naqueles tempos, porém, nada disso se sabia. Os outros planetas, Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter, Saturno e Urano[14], os únicos visíveis a olho nu, eram tudo o que se conhecia até então.

O telescópio é uma invenção magnífica de holandeses fabricantes de lentes e óculos do início do século XVII. Um dos mais falados a quem se atribui a descoberta foi Hans Lippershey. Em 1608, mesmo ano em que fabricara o primeiro telescópio (na verdade, uma luneta rudimentar), apresentou o instrumento ao príncipe Maurício de Nassau, que, mais tarde, comandaria as invasões holandesas ao Brasil. Depois de aperfeiçoá-lo, Galileu apontou um para o céu estrelado, fazendo descobertas espetaculares. Sucessivas gerações de *sapiens* atravessaram séculos aperfeiçoando o instrumento, a ponto de o atual não guardar qualquer semelhança com o que fora projetado há mais de

quatrocentos anos, cujo formato se assemelhava ao de uma pequena luneta. O maior e mais potente telescópio do mundo, o ELT (Telescópio Extremamente Grande), é um gigante maior que um estádio de futebol. Está em construção no deserto do Atacama, no Chile, no pico de uma montanha, a mais de três quilômetros de altitude. O Brasil aderiu, em 2014, ao consórcio que irá explorá-lo. O supertelescópio pertence ao Observatório Europeu do Sul (ESO) e deverá entrar em operação em 2024. Ah! Como Galileu gostaria de viver em nossa época, um século de ouro para a astronomia observacional. Ele, juntamente com o contemporâneo, o inglês Thomas Harriot, foram os primeiros a apontar um telescópio para o céu e a obter registros das observações em 1609. Além do ELT, está previsto para ser lançado ao espaço o sucessor do Hubble. O telescópio espacial James Webb, da NASA, entrará em operação em 2018 e permitirá ver estrelas e galáxias que se formaram na infância cósmica, logo após o *Big Bang*.

Foi apenas com o emprego desses olhos biônicos que se descobriu, paulatinamente, que o Sistema Solar não representava os confins do Universo. Com efeito, a partir de 1920, com as observações de Hubble, chegou-se à conclusão de que nem mesmo nossa galáxia poderia representar os limites do cosmos. Hubble descobriu isso ao observar nebulosas por meio de um telescópio instalado em Monte Wilson, na Califórnia, e ao concluir que eram, na verdade, outras galáxias. A Via Láctea é, portanto, apenas a nossa galáxia, mas não ocupa lugar especial algum no cosmos. O Universo não tem centro e é composto por trilhões de trilhões de galáxias, as mais diversas possíveis (em tamanho, forma, número de estrelas, planetas, luas e outros corpos celestes)[15].

Medir o Universo significa lidar com a grandeza do ano-luz. Um ano-luz equivale à distância percorrida pela luz em um ano. Existe um espelho instalado na Lua que serve para medir seu afastamento progressivo da Terra. O laser emitido da Terra leva pouco mais de um segundo para atingi-lo, percorrendo a distância de 384 mil quilômetros. Para alcançar o Sol, a 150 milhões de quilômetros, a luz leva pouco mais de oito minutos. Chegar à estrela mais próxima após o Sol demora mais de quatro anos e, para atingir a galáxia mais próxima, oitenta mil anos. Se tivesse de atravessar a Via Láctea de ponta a ponta, a luz demoraria cem mil anos.

A Via Láctea, entretanto, é apenas uma das trilhões de galáxias que existem no Universo, o que torna quase impossível, por mais que nos esforcemos, conseguirmos dimensioná-lo adequadamente.[16] Talvez seja muita pretensão da espécie humana, que habita uma microzona completamente desprezível do Universo, tentar compreendê-lo e estabelecer verdades para mundos tão distantes quanto inalcançáveis. Por agora, chegados ao ano de 2016, apenas conseguimos lançar uma máquina que atingiu uma região de asteroides do Sistema Solar,

próxima ao planeta-anão Plutão, de onde provém o cometa Halley, o cinturão de Kuiper. Ainda teremos de percorrer muito para chegarmos aos confins do Sistema Solar, em uma nova região de cometas e asteroides, a nuvem de Oort. Ainda assim, estaríamos dentro da nossa galáxia, em uma das bordas de seus braços espirais, que é onde moramos.

Não houve tempo suficiente para que o cérebro pudesse ser moldado pela seleção natural, a ponto de poder compreender a dimensão do Universo.[17] Ocupamos uma pequena fração da imensidão cósmica, que é incognoscível![18] O Universo observável constitui a parte em que já foi possível a luz percorrer seu caminho até nós. O Universo atual dispõe de 13,7 bilhões de anos. O Universo observável não pode ser maior do que isso, porque esse é o tempo necessário para a luz viajar até nós e para que consigamos enxergá-la. Assim, quando vemos um objeto celeste, uma galáxia distante, por exemplo, a dez bilhões de anos, significa que a luz, viajando à sua velocidade (trezentos mil quilômetros por segundo), demorou esse tempo todo para chegar até a gente, o que equivale a dizer que o que estamos vendo é o retrato daquela galáxia como ela era há dez bilhões de anos atrás. Isso quer dizer que, toda vez que lançamos um olhar sobre qualquer objeto, nunca o estamos vendo no presente, sempre estamos a enxergar o passado, pois demora um tempo para a luz percorrer a distância entre o objeto, nosso olho e nosso cérebro. Assim, se você for flagrado por sua namorada beijando outra moça, pode dizer que o que ela viu é coisa do passado. Do ponto de vista estritamente físico, não estará mentindo!

Retemos, porém, uma imagem equivocada do Universo. É que ele não é estático. As equações de Einstein já apontavam para um cosmos dinâmico (que se expandisse ou se contraísse), mas hoje sabemos que o espaço-tempo que o permeia, seu tecido cósmico, expande-se aceleradamente. Ora, se ele está a se expandir, como um navio que se afasta do farol, a luz que sai do farol demora mais tempo para alcançar o navio que se afasta. Então, um objeto que vemos de uma fonte luminosa estática, que partiu há dez bilhões de anos, leva dez bilhões de anos para nos alcançar, caso estejamos parados. Como estamos a nos afastar junto com o Universo, a luz que partira há dez bilhões de anos levará mais tempo para nos alcançar, haja vista estarmos nos distanciando da fonte de onde ela partiu. Dessa forma, considerando a taxa de expansão do Universo, astrônomos calculam que podemos ver 46,6 bilhões de anos-luz se olharmos para um dos lados do Universo e, se o medirmos de uma ponta à outra, 93 bilhões de anos-luz.[19] Portanto, se observássemos um objeto a partir de uma fonte luminosa estática, veríamos até no máximo 13,7 bilhões de anos. Todavia, como o espaço está a se expandir, temos de considerar a fonte de luz como se afastando de nós, aí a enxergaríamos até no máximo 46,6 bilhões de anos.

O primeiro olhar que se lançou sobre o Universo estava, portanto, equivocado. A Terra e muito menos nós não somos o centro de nada. Para o padrão cosmológico atual, nada, no Universo, é o centro de algo, portanto, não há razão científica que sustente a pretensão de sermos considerados “a espécie”. Temos apenas o privilégio de vivermos em um período geológico que permitiu que a espécie humana florescesse. Vivemos essa época dourada do cosmos, partilhamos este momento histórico por uma feliz coincidência. Devemos aproveitar o belo momento para vivermos da melhor forma permitida e possível. Não nos iludamos, contudo, com o que apregoam as Escrituras. Fomos nós, *sapiens*, quem as escrevemos. Contentemo-nos em ser apenas isto: um nada cósmico, mortal e finito. Como o Sol, a Lua, a Terra e as espécies que aqui habitam, tivemos um início, um começo lá atrás, há 13,7 bilhões de anos, quando o Universo surgiu. Mas tudo isso, um dia, acabará. Pode ser daqui a cinco bilhões de anos, quando o Sol se transformar em uma gigante vermelha, e engolir a Terra e a Lua. Todos desaparecerão, inclusive nós, a não ser que, àquela altura, tenhamos inventado tecnologia adequada para nos mudarmos para outro planeta habitável, um dos muitos que povoam o Universo por aí.

Um Universo do nada

> *Somos apenas pedaços de carne largados num planeta perdido e menor. E tudo isso não faz o menor sentido.*
>
> Contardo Calligaris

> *A grande maioria das pessoas acredita no sobrenatural por não aceitar que a morte possa ser o fim definitivo da vida.*
>
> Marcelo Gleiser

A ciência tem sua versão, vale dizer, apresenta sua história para a existência. Tudo começou há quase catorze bilhões de anos, quando o Universo surgiu do nada. Àquela época, o tamanho do cosmos era ultraminúsculo, invisível a olho nu. Poderia estar contido dentro deste parêntese (), acredite, embora não se consiga enxergá-lo! Utilize um microscópio ótico, capaz de aumentar a imagem em centenas de vezes e, mesmo assim, não se conseguirá detectar o Universo no momento do *Big Bang*. Agora, trate de providenciar um potente microscópio eletrônico de última geração, capaz de ampliar a imagem do pontinho invisível por até milhões de vezes e, ainda assim, sairia frustrado por não conseguir divisar o Universo. Pois saiba que esse era o tamanho do Universo no momento em que surgiu.[20]

Naquela época, não havia o material de que você é formado. De fato, aquilo que lhe compõe o corpo só passou a existir milhares de anos após o *Big Bang*. Os primeiros átomos que surgiram foram os de hidrogênio, que são os mais simples e mais leves que existem na natureza. Apareceram 380 mil anos após o *Big Bang*, na chamada Era do Desacoplamento, quando a matéria se separou da radiação e se tornou pela primeira vez transparente, ou seja, visível. Resquício dessa era foi detectado casualmente pela primeira vez em 1965, na forma de uma radiação, denominada radiação cósmica de fundo em micro-ondas, e se constitui em uma das provas mais contundentes da ocorrência do *Big Bang*.

Toda a matéria comum do Universo é feita de átomos. Tudo o que vemos, sentimos ou tocamos é resultado da combinação de 92 tipos diferentes de átomos (elementos químicos) que existem na natureza,[21] do mais simples e mais leve, o átomo de hidrogênio, número 1 da tabela periódica, com apenas um próton, ao mais pesado, o urânio, número 92, com 92 prótons. A ideia do átomo surgiu na Grécia Antiga, com os filósofos Leucipo e Demócrito, mas os gregos, capitaneados por seu filósofo mais eminente, Aristóteles, acreditavam que a matéria que compunha a natureza e os objetos era constituída pela combinação

de quatro elementos: terra, ar, água e fogo. Eles também acreditavam que existia um quinto elemento, o éter luminífero, que existiria no espaço, preenchendo a região ocupada por estrelas e planetas.[22] A ideia do átomo, porém, permaneceu adormecida por centenas de anos e só foi reavivada em 1808, com Dalton, um professor de química da Inglaterra. Entretanto, foi somente no final do século XIX e início do XX que se descobriu que o átomo era composto por prótons, nêutrons e elétrons.

As primeiras tentativas mais sérias de organização dos átomos que refletisse certa regularidade começaram em 1789, com Lavoisier, considerado o pai da química moderna, que estruturou uma lista com 33 elementos. Posteriormente, em 1869, o químico russo Dmitri Mendeleiev aperfeiçoou ainda mais o modelo, criando uma tabela moderna, com mais elementos agrupados de forma organizada. O que define um átomo é o número de prótons que ele possui. Cada próton acrescentado ao átomo faz ele mudar de nome. Por exemplo, o hidrogênio é o número um por ter um próton. A seguir vem o hélio, com dois. Em seguida o lítio, com três; berílio, com quatro; boro, com cinco; carbono, com seis e, assim, sucessivamente, até o urânio, número 92, com 92 prótons. A partir daí, começam os elementos químicos sintéticos. O primeiro deles é o neptúnio, número 93, com 93 prótons, fabricado em 1940, até o oganesson, por enquanto o último, de número 118, com 118 prótons. Produzido artificialmente, o oganesson foi inserido na tabela periódica apenas em 2015.

O átomo de hidrogênio é responsável pela maior parte da composição química do Universo e ele só foi produzido na Era do Desacoplamento, 380.000 anos depois do *Big Bang*. Os outros átomos naturais são fabricados pelas estrelas que existem espalhadas pelo cosmos. Nossa estrela, por exemplo, o Sol, é composta basicamente de hidrogênio e ela está nesse momento convertendo o hidrogênio em hélio. E é justamente a energia que sobra desse processo de conversão que você vê na forma da luz e sente na forma do calor. Somos, em última instância, criaturas do Sol. Devemos nossas vidas, entre outras coisas, a ele. Nós e ele compartilhamos e dividimos uma profunda e insuspeita conexão cósmica e mítica!

A maioria dos átomos não é encontrada livremente na natureza. Só vamos achá-los ligados a outros átomos, formando moléculas. A partícula responsável por comandar essa ligação é o elétron. As moléculas, portanto, que encontramos na natureza são resultado da ligação entre os átomos, quando um ou mais elétrons de um átomo são transferidos ou compartilhados com outro(s). Veja o oxigênio que respiramos, ele é o resultado da junção de dois átomos de oxigênio, que formam a molécula de oxigênio O^2, a qual inalamos junto com traços de outras moléculas que compõem o ar. Já as milhões de moléculas de água que

ingerimos em um gole d’água são compostas por dois átomos de hidrogênio associados a um átomo de oxigênio. Assim, bebemos e respiramos oxigênio, mas nunca isoladamente, sempre associado a outro ou outros átomos. O que respiramos vai para os pulmões, que o transfere ao sangue, que, por sua vez, abastece os músculos. Ao se associar a outras moléculas e entrar em combustão no interior das células, produz energia para movimentar o corpo. A molécula de ozônio, por sua vez, presente na atmosfera e que nos protege dos perigosos raios ultravioletas vindos do Sol, é formada por três átomos de oxigênio (O^3).

Algumas estrelas, para produzir determinados tipos de átomos, têm de morrer. O planeta em que moramos e você, por exemplo, devem as existências à morte de muitas estrelas. Lavoisier, que fora decapitado na época do terror da Revolução Francesa por causa do passado de cobrador de impostos[23], enunciou o princípio da conservação da matéria, ao deduzir que, na natureza, nada se perde, tudo é transformado. Nesse sentido, átomos são indestrutíveis e atemporais, possuindo vida eterna, já que a matéria não se destrói e aquela que lhe compõe hoje o corpo ajudará a compor outros que lhe sucederão no futuro! Mesmo quando promovemos a colisão de átomos, as estruturas que os perfazem interiormente não são destruídas. Elas são momentaneamente desmontadas, mas logo voltam a se ligar, formando outros átomos.

Estrelas nascem em gigantescas nuvens, compostas basicamente pelos gases hidrogênio e hélio, chamadas de nebulosas de emissão. Nossos telescópios já flagraram várias delas e as imagens desses berçários são as mais bonitas em astronomia. Uma delas, da qual emergem estrelas, foi batizada de pilar da criação. O átomo que mais distingue uma estrutura viva de uma não viva, o carbono, entretanto, só foi produzido após a morte de uma estrela, o que equivale a dizer que, primeiro, uma estrela teve de entrar em ignição, a partir da contração de uma imensa nuvem de gás. Depois de nascer, a estrela viveu por milhões de anos. Sua vida consistiu basicamente em fundir, a temperaturas altíssimas, o hidrogênio em hélio. Assim, o aumento da temperatura e da pressão no interior da estrela é o que causou a transformação de um átomo mais leve em um mais pesado. A estrela constitui-se uma fornalha de fabricação de átomos. Aquelas do tipo solar conseguem fabricar, perto de sua morte, até o ferro, um elemento químico bastante pesado. Antes, portanto, já teriam conseguido cozinhar os mais leves, como o carbono, o magnésio, o oxigênio e o enxofre. O carbono, presente em nosso organismo, forjou-se há milhões de anos no interior de uma estrela. Somente foi expelido para o meio interestelar a fim de viajar pelo espaço e, de algum modo, vir a desaguar em um corpo, após a morte da estrela. Você, portanto, abriga em seu interior um objeto extraterrestre, na forma de átomos de carbono que existem no interior do corpo. Contudo, o organismo apresenta

elementos ainda mais pesados que o carbono. O sangue, por exemplo, contém bastante ferro. Grande parte das estrelas que povoam o Universo, é o caso do Sol, são chamadas de segunda geração, porque não foram as estrelas primordiais, aquelas formadas na infância cósmica. Essas estrelas conseguem fundir o ferro, mas isso dá muito trabalho e consome muito combustível, porque o ferro é um elemento químico bem pesado. Isso só ocorre perto do fim de seus dias, quando ela se expande enormemente, em uma fase chamada de gigante vermelha. Após essa fase, quando consegue produzir até o ferro, contrai-se novamente, transformando-se em uma anã branca, brilhando ainda por alguns milhões de anos, como a brasa de uma fogueira, até se apagar definitivamente na escuridão cósmica, sem mais fundir elementos químicos. A estrela estará morta. É o fim do ciclo de uma vida que fora responsável, em última instância, pela nossa vida. Átomos mais pesados que o ferro, entretanto, como o cobre, o níquel, o zinco, o ouro, o chumbo e o urânio, dão ainda mais trabalho para serem forjados. É necessário temperatura mais alta e pressão maior para fabricá-los, e as estrelas do tipo solar não conseguem, mesmo na fase de gigante vermelha. Somente estrelas muito maiores que o Sol são capazes de fundir elementos mais pesados que o ferro. Isso ocorre também no final de suas vidas, quando explodem. A morte das estrelas gigantes é um fenômeno de dimensões colossais, que ocorre de vez em quando em algum lugar remoto do cosmos. Já conseguimos flagrar algumas dessas explosões por meio das lentes de poderosos telescópios. Elas são as responsáveis pela presença de átomos pesados em nosso corpo. Sua morte explosiva chama-se supernova. Se estrelas não existissem e não explodissem, nós não estaríamos aqui, porque somos, literalmente, parte delas, afinal, a matéria que compõe nosso organismo veio das estrelas. Carl Sagan, o lendário astrônomo americano, tinha razão quando afirmava que a origem e a evolução da vida estavam ligadas de modo muito íntimo à origem e à evolução das estrelas!

Tudo no Universo está ligado. Não há estruturas que se desconectam. Somos ligados às estrelas do firmamento muito mais do que suspeitávamos. Temos uma profunda ligação com a natureza e um relacionamento muito antigo e duradouro com o cosmos. Não sabemos se somos frutos de uma reencarnação espiritual, porém somos, com certeza, produtos de uma reencarnação atômica. Também não há razão científica para rejeitarmos nossa ligação com nossos primos macacos. De certa forma, fomos eles um dia. Surgimos de um ancestral que se manifestou por meio de várias espécies antepassadas e que hoje se apresenta pela linhagem do *sapiens*, que conseguiu, a duras penas, socializar-se. Conta sua história, porque conseguiu desenvolver linguagem simbólica e pensamento abstrato. Não precisamos, portanto, nos iludir com outras estórias. Elas não existem. Nossa história é única. Se, durante a Idade Média, o homem se olhava no espelho e se

via à imagem de Deus, no espelho de hoje, fabricado pela ciência, ele se vê um macaco.

O Universo, um dia, se acabará, se não nos destruirmos antes disso. Se, por outro lado, resistirmos à morte do Sol, não conseguiremos escapar de seu fim. O estoque de combustível está-se esgotando. Não manteremos o mesmo nível de produção de novas estrelas, como no passado. Quando atingirmos essa etapa da evolução cósmica, cada vez mais estrelas se apagarão no Universo, até que a última delas, a derradeira, dê o último suspiro. Sobrarão ainda pontinhos tênues de luz pelo espaço, que irão apagando-se aos poucos. No final, vem o lampejo da última vela, a brasa da derradeira fogueira apagará. Será o fim do Universo. Isso não é mera peça de ficção. É realidade. O ESO, Laboratório Europeu do Sul, em nota à imprensa publicada em seu *website* em 10 de agosto de 2015, anunciou, com todas as letras, o resultado da maior, mais confiável e mais recente pesquisa a esse respeito: "Uma equipe internacional de astrônomos estudou mais de duzentas mil galáxias e mediu a energia gerada em uma enorme região do espaço com a maior precisão até hoje. Esse estudo representa a estimativa mais completa de produção de energia no Universo próximo. A equipe confirmou que a energia produzida nesta região do Universo de hoje é apenas cerca de metade da produzida há dois bilhões de anos e descobriu que esse enfraquecimento ocorre em todos os comprimentos de onda, que vão desde o ultravioleta ao infravermelho longínquo. O Universo está morrendo lentamente". O renomado físico Sean Carroll parece concordar com esse prognóstico ao nos alertar de que o cenário mais provável para o futuro do Universo é o de um espaço escuro, frio e vazio que durará eternamente.[24] Há razão suficiente, portanto, para acreditarmos que o Universo, hoje aberto, plano, infinito e em plena expansão acelerada, um dia coalescerá, tornando-se um mundo deserto e escuro, em que todas as suas luzes se apagarão.[25] O fim do Universo representará, portanto, o fim da espécie humana.

Um Universo (im)perfeito

> *Acredito que tudo, inclusive nós mesmos, é feito de átomos e de partículas elementares de matéria que interagem segundo as quatro forças fundamentais da natureza; e que, se entendermos como tudo isso funciona, poderemos, pelo menos de maneira geral, explicar tudo que acontece no mundo.*
>
> LEONARD MLODINOW

> *Gostaríamos de acreditar em uma teoria única, simples, elegante e previsível que dê base a toda a física. Mas o Universo não é tão puro, simples e ordenado quanto as teorias.*
>
> LISA RANDALL

Em Física, existe um modelo que rege as leis, chamado de Modelo Padrão. O Modelo Padrão da Física das Partículas é a pedra filosofal, o santo graal dos físicos. Procura unificar todas as partículas e todas as forças da natureza em apenas uma única superforça. De acordo com seus defensores, a natureza esconde um segredo, que consiste no fato de que as quatro forças que a regem, a gravidade, o eletromagnetismo, a força forte e a força fraca, constituem uma única superforça.

Atualmente, as regras que comandam as quatro forças estão muito bem estabelecidas pela ciência. Com efeito, no século XVII, após o brilhante trabalho de Kepler, Newton descobriu a Lei da Gravidade e imortalizou seus preceitos no livro *Principia*. No início do século XX, Einstein aperfeiçoou o modelo newtoniano, com a Teoria da Relatividade Geral. Um outro gênio da ciência, James Clerk Maxwell, unificou as leis da eletricidade com as do magnetismo, estabelecendo, em 1864, um conjunto de quatro equações fundamentais. Como vimos, o estudo do átomo começou na Grécia Antiga com Leucipo e Demócrito. Coube a Leucipo, no século V a.C., estabelecer que o Universo era composto de partículas minúsculas e indivisíveis, os átomos. Mais tarde, Demócrito ajudou a consolidar o modelo de Leucipo. O filósofo mais influente da Grécia Antiga, contudo, Aristóteles, refutou a ideia atômica e o modelo atravessou na obscuridade toda a Idade Antiga, Medieval e Moderna. Somente em 1808 é que Dalton redescobriu o átomo. A partir daí, a ciência tomou um rumo impressionante, adquiriu impulso próprio e começou a se desenvolver aceleradamente. Embora Leucipo, Demócrito e Dalton estivessem corretos, na medida em que propuseram que a natureza de toda a matéria que compunha o

Universo era atômica, não tardou para que se descobrisse que o átomo não era indivisível, portanto, não poderia ser chamado de partícula fundamental.[26] Entre o final do século XIX e o início do XX, descobriu-se que no interior do átomo havia estruturas menores, prótons, nêutrons e elétrons.[27] Essas, então, é que deveriam ser chamadas de partículas fundamentais do Universo.

A descoberta das leis da natureza, porém, tem-se mostrado, ao longo do tempo, inesgotável. Novidades vieram a lume em seguida. No início do século XX, físicos estavam atormentados com o verdadeiro "zoológico" de partículas e antipartículas que surgiam a todo instante, a ponto de confundir aqueles que trabalhavam com os fundamentos da física atômica e suas leis cada vez mais incompreensíveis. Foi descoberto um novo campo de estudos na Física, a mecânica quântica, que estuda as leis do mundo subatômico. Ocorre que as leis que comandam partículas subatômicas são muito estranhas e esquisitas. Os resultados dos experimentos que estavam sendo conduzidos naquela época eram tão inesperados que até os gênios da Física do início do século XX tiveram dificuldade para conseguir, a muito custo, estabelecer e desvendar um conjunto de equações para as leis da mecânica quântica.

O início do século XX firmou-se como uma época de ouro para a Física, talvez comparável ao século de Péricles, na Grécia Antiga (séc. V a.C.). Foi o século de Einstein, Planck, De Broglie, Heisenberg, Schrödinger, Bohr, Born e Dirac. Eles são considerados os grandes responsáveis por promover verdadeira revolução na Física, com a entrada em cena da mecânica quântica, um ramo de saber tão impenetrável que duas de suas maiores autoridades costumavam dizer:

— Quem não ficar chocado com a Física Quântica é porque não a entendeu (Niels Bohr);

— Ninguém entende de Mecânica Quântica (Richard Feynman).

O Modelo Padrão da Física das Partículas atende por este escopo, que é o de buscar perfeição, simplicidade e coerência na natureza. O que se suspeita é que, por trás da aparência de complexidade, a natureza esconda um conjunto de leis que possa mostrar-se harmônico e razoavelmente compreensível, contudo ainda não o teríamos descoberto completamente. Muitos avanços foram feitos nesse sentido, como com a descoberta das Forças Nucleares Forte e Fraca, que, como indicam os nomes, atuam no interior do núcleo do átomo. Isso só foi possível graças à organização daquilo que parecia ser o "zoológico" de partículas em um conjunto mais sistêmico e coerente de partículas subatômicas, feito que lembra o que acontecera no século anterior com a organização dos átomos em uma tabela, da qual derivou nossa atual tabela periódica dos elementos químicos. De acordo com os defensores do Modelo Padrão, o Universo é composto de átomos que são organizados em partículas de matéria e de força. As partículas de matéria são

divididas em dois grupos: os quarks e os léptons[28]; e as partículas de forças são o glúon, os bósons, o fóton e o gráviton.[29] Cada uma dessas partículas teria uma antipartícula oposta.[30]

A navalha de Occam constitui-se um princípio de interpretação, servindo como norte para muitos físicos, estabelecendo que, entre todas as explicações, a mais simples é a que deve ser considerada.[31] Na linha dessa regra inspiradora é que muitos físicos embarcaram na tentativa de união da Lei da Gravidade com a da Relatividade Geral, visando a unificar o pensamento dos dois maiores intelectos da Física de todos os tempos (Newton e Einstein). Entre os que se encontram a tentar essa unificação, estão nomes de peso da atualidade, como Steven Weinberg, ganhador do prêmio Nobel, e Eduard Witten, ganhador da medalha Fields (o Nobel da matemática). Eles se guiam pela diretriz da busca de leis simples, harmônicas, coerentes e perfeitas para descrever o Universo, tentando descobrir aquilo que seria a Teoria Final de Tudo, um modelo unificado para a Física das Partículas. Avanços foram obtidos, especialmente com o Modelo Padrão, mas alguns aspectos e detalhes ainda complicam e não estão satisfatoriamente respondidos.[32]

Uma das candidatas a ser a Teoria Final de Tudo é a Teoria das Cordas, que apregoa que a partícula elementar do Universo não seria um ponto, mas uma corda vibrante. A forma da vibração da corda é o que determinaria a natureza da partícula. Todavia, apesar dos avanços que tem conquistado, ela ainda é hoje muito mais uma realidade matemática do que física. Assim, muitos físicos desistiram de trabalhar com a Teoria das Cordas, haja vista ser especulativa demais e pouco empírica. Alguns torcem para que a Teoria Final de Tudo nunca seja encontrada. É que eles trabalham com a hipótese de o Universo conter leis que não possam ser agrupadas. Esses físicos não admitem que se possam conciliar as leis de Newton com as de Einstein. Apostam que as estruturas muito grandes devem ser regidas por leis diferentes das estruturas muito pequenas. Defendem que não haveria esta superlei escondida na natureza, assim como ocorreu, por exemplo, com a descoberta de uma só lei para comandar tanto fenômenos magnéticos quanto elétricos. Os que advogam que a busca pela Teoria Final de Tudo não obterá êxito argumentam que o Universo é, por natureza, imperfeito e incoerente, ou seja, não guardaria um segredo simples e unificado. Seria portador de leis e de diversos segredos, alguns deles até certo ponto contraditórios, incongruentes e inconciliáveis. Enxergam beleza em assimetrias e imperfeições.

É um lindo e desafiador debate filosófico-científico que talvez se encontre longe de terminar. Como não dispomos de cabedal científico para nos posicionar sobre o tema, preferimos continuar na plateia, acompanhando de perto. Então,

pelo momento, se você quiser trabalhar medindo átomos e suas interações, as leis da mecânica quântica respondem ao desafio com perfeição. Contudo, se desejar medir estruturas muito grandes, típicas das que existem no Universo, como planetas e galáxias, a mecânica clássica newtoniana e a Relatividade Especial e Geral einsteiniana também cumprem a tarefa com maestria. Agora, se pretende dispor apenas de uma única teoria que possa ser empregada nos dois casos, aí terá de inventá-la, porque ela ainda não existe, apesar dos esforços conjugados das mentes mais brilhantes do mundo.

O ser humano revela uma tendência inata a julgar o Universo perfeito. A razão para essa maneira de contemplar o mundo talvez consista no fato de estarmos, atualmente, muito bem adaptados ao nosso habitat, o planeta Terra. Mesmo aqueles que residem em regiões mais inóspitas, como próximas a calotas polares ou a desertos, tendem a admirar o planeta como algo perfeito. Talvez se deva computar nessa equação um componente de religiosidade, a crença de que a Terra e o próprio Universo tenham sido criados por Deus. A perfeição divina se refletiria em sua obra maior. Afinal, Deus criara o Universo e a Terra para e por causa de nós. E nos moldou, em última instância, à sua imagem e semelhança.

Além disso, por sorte habitamos uma região tremendamente acolhedora. É como afirma o famoso astrofísico, discípulo e sucessor de Carl Sagan, Neil deGrasse Tyson, “a sorte do acaso nos deixou em nossa localização relativamente calma do espaço”. De fato, nascemos em uma zona em que a vida pôde florescer e, talvez por isso, tendemos a achar que essa se constitui a condição-padrão do Universo. Ocorre que o Universo não dispõe de uma condição-padrão singular. Pelo menos isso já podemos assegurar com confiança, porque já mandamos máquinas para outros lugares fora da Terra, que puderam conferir e averiguar tudo isso. Com efeito, enviamos sondas a Vênus, pousamos em Marte e o homem visitou a Lua. Sabemos a composição físico-química de todos os planetas do Sistema Solar e de muitos cometas e asteroides. Em 2014, pousamos, pela primeira vez na história da humanidade, uma sonda em um cometa. Tudo isso nos legou uma gama de conhecimentos que permite inferir que as características geológicas, físicas e atmosféricas do planeta são extremamente diferentes das que existem fora daqui. Esse conjunto de características singulares, como a distância adequada do Sol, a existência de uma lua próxima e grande, a presença de um campo magnético, a possibilidade de termos água líquida, a formação de um oceano imenso, a atividade geológica, a cobertura atmosférica, a camada protetora de ozônio, a concentração de oxigênio, a presença de uma ainda exuberante floresta com uma luxuriante vegetação, tudo nos leva à ilusão de que esta representa uma condição universal. Ocorre que ela não é encontrada em outros lugares do cosmos. Aquilo que, para

o ser humano, são as condições perfeitas para sua existência, constitui uma exceção, se o colocarmos em perspectiva com as demais características que existem em outros planetas. Os seres humanos e as demais espécies que habitam a Terra não conseguiriam sobreviver em nenhum outro lugar, nem em lugares próximos, como a Lua, nem nos planetas internos rochosos, como Mercúrio, Vênus e Marte, muito menos nos planetas externos gasosos, como Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Seria preciso descobrir um planeta com características semelhantes à Terra (essa busca já começou e alguns candidatos já foram detectados).

O Universo reserva lugares ainda mais inóspitos para abrigar qualquer forma de vida. Calcule se estivéssemos próximos ao centro de nossa galáxia, onde se hospeda um imenso buraco negro. É provável que fôssemos engolidos por ele e de lá jamais conseguiríamos retornar, uma vez que a força gravitacional contida nesse abismo espacial é a maior que existe em todo o Universo, a ponto de nem mesmo a luz conseguir escapar dele. Um outro corpo celeste estranho é o quasar. Esse longínquo objeto constitui a mais poderosa fonte de energia conhecida do Universo. Capaz de emitir mais energia por segundo que o Sol em dois séculos. A energia liberada pela explosão de uma estrela gigante (supernova) é infinitamente menor que a liberada pelo quasar. Encontrar-se perto dele não deve ser nada agradável!

Até o início do século XVII, julgava-se que as órbitas que os planetas percorriam ao redor do Sol seriam circulares, pois o círculo constituía-se uma forma geométrica perfeita. Mesmo o genial Kepler hesitou bastante e trabalhou muito tentando desvendar as leis que regiam os movimentos planetários. Seu erro consistiu na teimosia em querer buscar a suposta perfeição dos movimentos orbitais circulares, insistindo em cálculos matemáticos que refletissem essa direção. Custou-lhe convencer-se de que os dados obtidos por Tycho Brahe correspondiam à realidade. Foi somente a partir desse momento que pôde perceber que a rota dos planetas ao redor do Sol era elíptica. Assim, quebrar o paradigma da forma geométrica perfeita (o círculo) não lhe foi nada fácil.

No Mundo Antigo, conta-nos Weinberg que os pitagóricos demonstravam uma predileção pelo número dez, que consideravam símbolo da perfeição na matemática. Naquela época, observavam nove corpos que se moviam no céu, mas, como o número contradizia a perfeição, inventaram um suposto corpo celeste, a ContraTerra, uma vez que assim se atingiria o número dez. Também nos conta que, no final da década de cinquenta, duas partículas instáveis, que apresentavam propriedades iguais (massa e tempo de vida) decaíam de modo diferente. Enquanto uma se transformava em duas partículas, a outra, em três. Isso afligia os céticos, que acreditavam na simetria da natureza, porquanto as

partículas teriam de ser diferentes. Mas como, se as propriedades eram as mesmas? Mais tarde, descobriu-se que as partículas eram de fato as mesmas, porém, para esse caso, a natureza abrira uma exceção, pois não obedecia à regra da simetria.[33]

Parece, então, que a perfeição consiste apenas na forma como enxergamos o Universo. Suspeitamos de que ela não faça parte de sua real estrutura. Vislumbramos como perfeitas coisas que funcionam muito bem. Elas são contrárias, portanto, ao caos, mas, se as deixarmos à sua própria sorte, tendem a se desorganizar. Se não houver o emprego de uma força contraposta, manifesta-se uma tendência para o caos. Nesse sentido, então, talvez possamos sugerir a possibilidade de considerarmos a imperfeição e a assimetria como integrante da natureza.

Nós, seres humanos, ao fim e ao cabo, somos produtos de uma imperfeição quântica, mais precisamente o resultado de uma flutuação quântica aleatória que se estabeleceu nas origens do Universo. Há uma imagem icônica em cosmologia produzida pelo satélite espacial WMAP, lançado pela Nasa com a missão de rastrear a radiação cósmica de fundo em micro-ondas, cuja existência fora postulada pela Teoria do *Big Bang*. A radiação foi detectada em 1965, o que acabou rendendo a seus descobridores o prêmio Nobel. A fotografia produzida pelo WMAP revelou que, logo no início da formação do Universo, pequenas imperfeições na distribuição da matéria resultaram em minúsculas diferenças de concentração (densidade) - as ditas flutuações quânticas. Ocorre que as pequenas diferenças (inomogeneidades) foram-se avolumando na medida em que a gravidade passou a atuar e mais matéria foi-se juntando à formação inicial. O resultado de tudo isso? Planetas, estrelas, galáxias... Dentre esses objetos celestes, um em especial surgiu mais tarde, o planeta Terra. Bem, acho que o resto da história já se pode deduzir, porquanto também somos fruto dessa assimetria cósmica que ocorrera no início da formação do Universo.

Mentes brilhantes, guiadas pela navalha de Occam, “desperdiçaram” as vidas tentando encontrar a Teoria Final de Tudo, aquela que promovesse a unificação de todas as leis da Física em uma única superlei, simples e elegante, uma lei que fosse portadora da dádiva de explicar o Universo por meio da beleza de uma equação matemática que coubesse em um guardanapo. Einstein foi um dos que “desperdiçou” a metade da vida nessa vã tentativa. Ele acreditava que o Universo escondia beleza na simplicidade de uma lei a ser desvelada. Para ele, “Mesmo que as simetrias estejam escondidas de nós, podemos sentir que elas estão latentes na natureza, governando tudo sobre nós”. Infelizmente, ele faleceu e a busca revelou-se infrutífera. Em seus últimos momentos, no leito do hospital, ainda rabiscava equações que poderiam revelar os segredos da natureza! Einstein

trilhou, sem sucesso, o caminho aberto pelos filósofos da Grécia Antiga. Com efeito, para um dos lumiares da Física Quântica, Max Planck, “Desde tempos imemoriais, desde que existe alguma ciência natural, seu último e supremo objetivo tem sido combinar a colorida variedade de fenômenos físicos em um sistema unificado ou mesmo em uma única fórmula”. A busca da Teoria Final de Tudo, que funcionaria como um rio capaz de unificar os afluentes, não se encerrou. Ela atravessa gerações de *sapiens* desde os filósofos pré-socráticos. A Teoria das Cordas talvez seja a última esperança e é a mais forte candidata no momento, mas ainda não é ela! Constitui apenas mais uma tentativa nessa direção. Muitos físicos, alimentados pela esperança do triunfo final, vêm, como Einstein, desperdiçando as vidas por ela. Alguns deles, cansados, desistiram pelo caminho e a abandonaram. Outros, pelo medo do fracasso ou frustrados com os resultados, mudaram de área. Há até os que saíram com receio de enlouquecerem, porque lidar com ela é para poucos, pois exige muita matemática. Os mais resilientes persistem e asseguram que estão no caminho certo, enxergando luz no fim do túnel. Se obtiverem êxito, serão coroados no panteão dos grandes cientistas e cobertos de glória. Mas, por outro lado, poderão “desperdiçar” a vida nessa busca interminável. Só o futuro dirá. Torcemos para que não terminem como o lamento de Jung: “Que insensato eu fui! Como me esforcei para forçar todas as coisas a harmonizarem-se com o que eu pensava que devia ser”.

Um Universo ao acaso

> *O acaso é um conceito mais fundamental que a causalidade.*
>
> MAX BORN

> *Com o advento da mecânica quântica, o mundo, que funcionava como um relógio, transformou-se em uma loteria. Eventos fundamentais estão sujeitos a serem determinados pela sorte, não por uma lei.*
>
> IAN STEWART

> *Boa parte da ordem que observamos na natureza esconde uma desordem subjacente invisível, e, assim, só pode ser compreendida por meio das regras da aleatoriedade.*
>
> LEONARD MLODINOW

> *A resposta da pergunta "como viemos parar aqui?" é bastante clara. Foi tudo uma questão de sorte.*
>
> MICHAEL MOSLEY

Quando o homem pré-histórico se dirigia à beira dos rios para beber água (hidrogênio + oxigênio), assim o fazia apenas para matar a sede, satisfazendo uma necessidade fisiológica, mas não imaginava que, ao mesmo tempo em que bebia a água, estivesse respirando-a na forma de ar. Os segredos do ar e da água, dois dos antigos elementos fundamentais dos gregos, demorariam para serem revelados. Ambos possuem como principais componentes os gases hidrogênio, cozido na origem do Universo, e o oxigênio, cozinhado no interior de uma estrela. No mesmo rio em que bebia água, fisgava o peixe, mas nem de longe sonhava que o animal pudesse haver sido seu antepassado, na forma de um ancestral que os dois dividiram milhões de anos no passado. Ao assá-lo para comer, não sabia como aquela substância maravilhosa, que crepitava, formando belas labaredas, surgira na natureza. O mistério do fogo também demorou para ser decifrado. Na Grécia Antiga, era classificado como um dos cinco elementos fundamentais. A primeira tabela periódica, formulada por Lavoisier no século XVIII, ainda punha o fogo na lista dos elementos. O começo do fim do mistério só ocorreu a partir da Idade Média, com os alquimistas, mas o sepultamento definitivo só ocorreria durante o Iluminismo, com a demolição da teoria do flogisto, que creditava a alguns materiais possuírem uma substância interior (o flogisto) que causaria o fogo. Na versão moderna, é a combinação de um material inflamável com o ar, normalmente o oxigênio, que gera o fogo.

O hidrogênio, bem mais reativo que o oxigênio, é mais rarefeito no ar, mas seu poder destrutivo ficou evidente quando entrou em rápida combustão no trágico acidente que incendiou o zeppelin Hindenburg, orgulho da Alemanha nazista, enquanto sobrevoava Nova Jérsei, em 1937, vitimando 37 pessoas. O desastre pôs fim à era desses charutos voadores, mas, aos poucos, os enormes dirigíveis, reformados e com tecnologia renovada, estão voltando. Durante a Idade Média, os alquimistas acreditavam que o fogo detinha a propriedade de transformar um material sem valor em ouro, à época o bem mais cobiçado e valioso. Foi com essa intenção que um deles, Henning Brand, tentou fabricá-lo, queimando urina humana. O alquimista medieval teve certamente de suportar o odor terrível exalado do xixi queimado, causado pela ação de bactérias que libertam o gás amônia (NH^3) da urina. Todavia, em vez de obter ouro, conseguiu, sem querer, isolar o fósforo, um elemento altamente inflamável. A descoberta acidental do fósforo, em 1669, permitiu que pudéssemos contar hoje com nossas cômodas caixinhas de palitos de fósforos que carregamos no bolso. Mas, como toda boa invenção científica, os palitinhos de hoje passaram por inovações, ao longo da história, até alcançarem a forma atual, pequena, segura, barata, acessível e abundante - a fórmula para o sucesso comercial de qualquer produto. Por progresso similar passaram as válvulas. Quando surgiram, eram enormes e esquentavam bastante. Aperfeiçoadas, transformaram-se nos primeiros transistores. Hoje, do tamanho de um antigo armazenam-se milhões nos aparelhos eletrônicos portáteis que circulam todos os dias por nossas mãos. Não se pode, portanto, subestimar o poder do acaso, presente no acidente aéreo que pôs fim ao sucesso dos zeppelins e na descoberta inesperada do fósforo.

Há uma cena famosa no filme *Onde os fracos não têm vez* (Oscar de melhor filme em 2008), dirigido pelos irmãos Coen, em que um psicopata, matador de aluguel, chega para abastecer em um remoto posto de combustível bem antigo e precário, localizado em uma estrada deserta do Texas. Ao se dirigir ao balcão para pagar a conta, após um breve diálogo com o proprietário, o assassino retira uma moeda do bolso, coloca-a sobre a mesa, encobre-a com a mão e manda o assustado senhor optar entre cara ou coroa. Ele reluta em se definir, mas o matador não lhe deixa alternativa. Então, ele escolhe. Por sorte, decidiu-se pela face da moeda que significava a preservação da sua vida. Indiferente, o psicopata deixou a pequena loja de conveniência e seguiu seu rumo.

Talvez não haja ocasião melhor para testar a sorte que um jogo de azar. Certa feita, na década de oitenta, fomos contemplados com o acerto dos treze pontos da extinta loteria esportiva, à época baseada no resultado dos jogos do campeonato brasileiro. Não sendo especialista em futebol, contamos mais com sorte, que com conhecimento de causa. Naquela ocasião, os jogos foram mais ou

menos previsíveis, com apenas uma zebra e uma meia zebra, o que redundou em um dinheiro relativamente curto, suficiente, entretanto, para adquirir, nos dias de hoje, o equivalente a um *iPhone 6*.

Algumas pessoas são viciadas em apostas ilegais e preferem se arriscar, lançando-se no mercado negro das máquinas caça-níqueis, programadas para a resultante das jogadas ser favorável, ao final, à máquina, arrecadando mais dinheiro que distribuindo. Alguns inescrupulosos e gananciosos ainda adulteram a máquina, inserindo dispositivos que comprometem ainda mais o critério da aleatoriedade, ludibriando incautos apostadores, elevando, assim, artificialmente, o ganho, sabotando o equilíbrio do balanceamento da equação sorte-azar.

O jogo, cuja premiação é a mais elevada no Brasil, a Mega-Sena, pode transformar a vida de uma pessoa. Com apenas R$ 3,50, você tem direito a marcar seis números no volante, de um total de sessenta. A probabilidade de acerto é de um para 50.063.860, mas alguns conseguem o extraordinário feito, ficando milionários do dia para a noite.

Quando éramos meninos, no final da década de setenta, um tio levou-nos ao aristocrático Jóquei Clube para assistirmos a um turfe. Devidamente acomodados nas cadeiras do hipódromo, dirigimo-nos ao balcão de apostas, onde eram oferecidas diversas modalidades de boletos. Investimos no “pule para a ponta”, que, no linguajar dos turfistas, representa o bilhete de apostas que premia apenas o acerto no cavalo vencedor do páreo. Você poderia alegar que a aleatoriedade em corridas de cavalos é comprometida, vencendo normalmente jóqueis e cavalos mais preparados física e mentalmente. Todavia, não seria o nosso caso, porque desconhecíamos completamente os favoritos e a aposta foi feita “às cegas”. Alinhados jóqueis e montarias, foram abertos os boxes e anunciada a tradicional “Foi dada a partida para o Grande Prêmio”. Infelizmente, dessa vez não ganhamos, mas assistimos prazerosamente a uma bela disputa.

No haras, onde ocorre criação e preparo ritualístico de cavalos para corridas, utiliza-se o método de cruzamento e seleção de garanhões e éguas vencedores. Pela seleção artificial, elegem-se raças de equinos mais aptas para o galope rápido. Cavalos campeões atingem preços estratosféricos no milionário e globalizado mercado de cavalos de corridas. A raça de cavalos para corridas de curta distância mais rápida é a Quarto de milha. Esses animais são velocistas natos, como Usain Bolt, o multicampeão olímpico e mundial dos 100 e 200m rasos. Já para corridas de meia distância, equivalente à nossa corrida de 1.500m, a raça Puro-sangue inglês é a que mais se destaca.

Um amigo, praticante de natação, passou pela dolorosa experiência de ser surpreendido por um raio, que caiu a poucos metros do local onde se abrigava. Ele descreveu o impacto como uma violenta chicotada nas costas. O

desafortunado episódio fez com que jamais nadasse novamente em dias chuvosos em ambientes desprotegidos, como piscinas a céu aberto, lagoas, mares ou rios. Quedas de raios são bons exemplos do acaso na natureza. Se você acessar o canal *YouTube*, vai encontrar dezenas de vídeos de raios caindo próximos a pessoas, alguns fatais. Eles são poderosas descargas elétricas, que deixam milhares de mortos e feridos espalhados pelo mundo. São cerca de cinquenta a cem que atingem o planeta a cada segundo. O Brasil é o país onde ocorre a maior incidência, por causa da extensão territorial e por ocupar uma zona tropical. Dentro do país, é justamente na região onde nosso amigo morava que mais raios caem e ferem ou matam pessoas e animais.

A história da ciência está repleta de descobertas acidentais. Além do caso do fósforo, relatado acima, focaremos apenas em mais dois exemplos, para não cansar o leitor. Em 1928, Alexander Fleming voltava das férias quando percebeu, em um dos recipientes esquecidos no laboratório em que cultivava bactérias, que um fungo invasor as houvera exterminado. A morte das bactérias foi causada por um fungo do gênero *Penicillium*, de aparência esverdeada, muito comum no pão mofado, em frutas apodrecidas e em algumas variedades de queijos, como o roquefort. Essa descoberta acidental constituiu o pontapé inicial para a fabricação da penicilina, antibiótico responsável pela salvação da vida de muitos soldados, com feridas infectadas durante a II Guerra Mundial. Já em 1965, dois radioastrônomos de uma companhia telefônica americana, Penzias e Wilson, estavam regulando uma antena no alto de uma montanha, em Nova Jérsei, quando detectaram, sem querer, um ruído estranho o qual não faziam a menor ideia a que atribuir e de onde provinha. Suspeitaram até de cocô de pombo! Por isso, limparam a antena com cuidado, mas, mesmo assim, o incômodo barulho persistia. Mais tarde, porém, a dupla soube que houvera descoberto a famosa radiação cósmica de fundo em micro-ondas, resquício do *Big Bang*. Se o leitor digitar no *Google* a referência “descobertas científicas acidentais”, encontrará dezenas de exemplos e se surpreenderá com alguns deles! Em ciência, a capacidade de fazer descobertas randômicas é denominada de serendipidade. Alguns estudiosos, como Kevin Dunbar e Jonathan Fugelsang, estimam que entre trinta e cinquenta por cento das descobertas científicas podem ser, em alguma medida, atribuíveis ao acaso.

É provável que uma maçã nunca tenha atingido a cabeça de Newton, inspirando-o a ter a ideia da gravidade. O que se supõe é que, com a queda, Newton teria deduzido que a mesma lei que fez a maçã cair em direção à sua cabeça, faz a Lua cair em direção à Terra. Eureka, ele acabava de descobrir a Lei da Gravitação Universal. Podemos atribuir a queda da maçã na sua cabeça a um golpe de sorte, lance do destino ou obra do acaso. Mas será que, se a maçã

houvesse caído em nossa cabeça, seríamos capazes de deduzir a Lei da Gravidade? Com certeza, não. Por quê? Porque nossa mente não está treinada para isso. Só enxergamos quando estamos preparados e preparação exige treinamento. Por isso está com a razão Louis Pasteur, pai da teoria dos germes e descobridor do método da pasteurização, quando afirmou que a sorte só favorece a mente preparada. Então, a conclusão a que chegamos é a de que, embora possamos atribuir ao acaso papel relevante, e até decisivo, na descoberta de muitos avanços da ciência, ele, por si só, não produz resultados. Só quando acaso, trabalho, inteligência, intercâmbio de informações e cultura se juntam é que se podem expressar efeitos que venham a representar avanços consistentes alcançados pela ciência. É o que aconteceu com Fleming e o que pode ter ocorrido com Newton.

A historiadora da ciência da Universidade de Cambridge, Patricia Fara, relata-nos que o filósofo grego Epicuro (341-270 a.C.), um antiaristotélico seguidor do atomismo de Leucipo e Demócrito, ensinava que o acaso representava a chave do cosmos e que "nosso Universo é apenas um entre muitos e surgiu de colisões aleatórias de átomos que vagavam por um grande vácuo. Esses átomos indivisíveis combinavam-se de várias maneiras, formando pedaços de matéria com novas características e cor diferentes, por exemplo".[34] Na história do Universo, de fato, muitos efeitos fundamentais e eventos fundadores contam com o acaso. Por exemplo, uma explosão acidental de uma estrela há 4,6 bilhões de anos fez uma nuvem de gás e poeira colapsar, dando origem ao Sistema Solar. Há 4,5 bilhões de anos, um planeta do tamanho de Marte chocou-se com a nascente Terra e dessa colisão nasceu a Lua. Sem a explosão da estrela perto de uma nuvem gigantesca de gás e poeira, não teria sido forjado o Sol e os demais planetas (a Terra, inclusive). Sem que houvesse a colisão fortuita de um planeta com a Terra, a Lua não existiria. E, sem ela, a vida como a conhecemos seria completamente diferente, ou, mais provável ainda, simplesmente não existiria! Portanto, não se pode desprezar o enorme poder que representa o acaso na história do Universo.

A história da vida na Terra também conta com os efeitos da sorte e do azar. A origem da vida, há quatro bilhões de anos, deveu-se a uma experiência casual de combinação de elementos químicos, quando, por meio de reações químicas espontâneas e inesperadas, surgiu, pela primeira vez na história, uma molécula autorreplicadora, precursora do RNA de hoje, LUCA, o ancestral mais remoto de todos nós. O extermínio dos dinossauros não voadores, há 66 milhões de anos, por causa da queda de um meteoro, continua sendo, também, bastante representativo de um exemplo clássico de causas randômicas interferindo na natureza.

Em Física, as coisas iam relativamente bem até o início do século XX. De repente, em trinta anos, tudo mudou. A transformação ocorreu com o advento da enigmática mecânica quântica, um novo ramo da Física. Desde então, a Física que rege as estruturas atômicas e subatômicas, os átomos e seus componentes interiores, é diferente daquela que governa objetos de dimensões superiores aos átomos. Na escala minúscula, vigoram incertezas derivadas de leis probabilísticas, ou seja, a relação causa-efeito não está assegurada. Nesse mundo, a causalidade dá lugar à probabilidade, a certeza cede à aleatoriedade e a precisão à estatística. Não podendo explicar de modo determinístico a aparente aleatoriedade subjacente em nível quântico, Marcelo Gleiser afirma que teremos de desenvolver uma maneira completamente nova de pensar que explique o resultado das medidas. A propósito, Sean Carroll nos ensina que a descrição do Universo em termos de conceitos como causa e efeito, razões, porquês, propósitos e objetivos não faz parte da realidade mais fundamental e profunda.[35]

Na nossa vida, o destino é incerto e tem muito a ver com o acaso. O ano era 1983 e nos dirigíamos à fazenda em um Fiat 147. A estrada de terra permitia somente a passagem de um automóvel por vez. A conversa no carro estava animada. Próximo a uma curva, apareceu um caminhão bem grande, daqueles cujo slogan era “Pense forte, pense Ford”. A batida foi inevitável. Havia cinco pessoas no Fiat. Um primo, um tio, a avó, a mãe e eu. Todos os passageiros do carro saíram machucados ou feridos. A avó quebrou o punho, a mãe quebrou o braço, o primo abriu um corte na cabeça, o tio se queixava de dor e eu me lembro de haver passado o dia seguinte com o corpo todo dolorido, mas sem ter sofrido fratura alguma. O socorro foi na carroceria do próprio caminhão, que nos transportou até a capital. O acidente foi uma mistura de azar (ambos tentavam fazer a curva no mesmo momento) com falta de cuidado (negligência – ambos não buzinaram ao se aproximarem da curva). Por conta do acidente, nossa mãe, que se encontrava separada de nosso pai por causa da bebida, permitiu-lhe passar uma semana conosco, para a alegria dos dois filhos, semana que durou até este ano de 2016, quando ele infelizmente nos deixou vitimado por mais um acidente (uma queda), apesar da doença que o consumia (Alzheimer). O badalado físico Leonard Mlodinow, que dedicou um livro ao assunto, assegura que, “no que diz respeito a nossas conquistas particulares, empregos, amigos, finanças, todos devemos muito mais ao acaso do que somos capazes de perceber”.[36] Se nem tudo deve ser atribuído ao acaso, conforme acreditamos, pelo menos devemos ter consciência de seu papel no mundo. Isso faz com que julguemos menos, compreendamos mais e reverenciemos menos ainda.

Entreato: entre o Universo e a Vida

Um olhar desavisado sobre a evolução das espécies ao longo do tempo pode levar-nos ao equívoco de pensar que a evolução pela seleção natural é portadora de uma lei direcionada à complexidade e ao progresso, lei essa que não existe na natureza. O aparente contrassenso é derivado da imagem que nos vem à mente, ao contemplarmos retrospectivamente a história da vida na Terra. De Luca, a entidade autorreplicadora ancestral comum de todas as espécies, passando por Luva[37], o ancestral de todos os vertebrados, até chegar ao *sapiens*, a história mostra que, ao longo do tempo, foram surgindo espécies cada vez mais complexas. Mas a evolução, como afirmam os biólogos, nunca mirou um ponto final específico e a complexidade eucariótica que se seguiu, dizem eles, foi um evento imensamente improvável, talvez ainda mais improvável que a própria origem da vida.

A evolução, portanto, é uma péssima administradora, pois não é previdente, não planeja o futuro. Segundo Dawkins, é a vaidade humana que acalenta a ideia equivocada de que nossa espécie seja o objetivo final da evolução. A evolução ocorre por passos lentos, graduais e contínuos, que se processam em estruturas preexistentes que se vão modificando ao longo do tempo. Não espere, com ela, um peixe transformar-se em um humano, a passe de mágica, mas é possível um peixe acumular uma mudança levada a efeito por meio de uma mutação em seus genes e a seleção natural fixar essa mutação. Lembre-se de que a mutação ocorre em cima de uma estrutura já existente. Com essa seleção, terá surgido um peixe um pouco diferente do anterior. É o acúmulo dessas modificações muitas vezes imperceptíveis ao longo de milhões de anos que fez o peixe, ao fim e ao cabo, transformar-se no homem. Não se esqueça, portanto, de que uma mutação não transforma um peixe em um homem. Faz de um peixe um peixe um pouquinho diferente do que ele era anteriormente. Como sentenciou Jerry Coyne, somos o resultado da substituição lenta e progressiva de um gene por outro, “com cada passo conferindo uma pequena vantagem reprodutiva”. Segundo ele, a lição mais importante do darwinismo é a de que “forças fracas que operam por extensos períodos de tempo criam mudanças grandes e impressionantes”. Vá dormir, espere passar quatrocentos milhões de anos e, quando acordar, verá o homem em que o peixe se transformou. É isso que trataremos a seguir.

PARTE II

A Vida e o Homem



A linda história da vida na Terra

> *A história da vida consiste de longos períodos de tédio interrompidos pelo pânico ocasional.*
>
> DAVID RAUP

A Terra nasceu há muito tempo. Logo no início de sua vida, sofreu uma colisão monumental com outro ser espacial quase tão grande quanto ela e desse choque nasceu a Lua. Depois continuou a sofrer. Foi um período inicial conturbado, uma intensa e duradoura época de bombas que caíam do céu a toda hora, etapa da sua história em que até duvidaríamos se ela poderia sobreviver. Por alguns momentos, permaneceu na UTI cósmica, mas pôde recompor-se aos poucos. Pelo menos até o momento tem resistido, mesmo que a duras penas e com bastantes sacrifícios. No momento, diz-se atravessar uma fase tormentosa. Para alguns, encontra-se ameaçada de extinção pela ação do hóspede que se acha o mais importante, o homem. Pelo menos no começo da existência, não havia hóspede. O que existia era apenas a natureza morta, sem vida, pois ela, a vida, ainda não havia brotado. A Terra superou tudo isso e, o melhor, aos poucos foi-se estabilizando. Após passar por essa fase terrível, já em relativa calmaria, pôde descansar e, de suas entranhas, gerou a primeira centelha de vida, em uma forma minúscula de ser. Seu nome era Luca. Mas isso já faz bastante tempo. Em seguida, atravessou um longo período de formas de vida primitivas, que se manifestavam em seres microscópicos compostos por apenas uma única célula. Eles formavam enormes tapetes, verdadeiras colônias à beira-mar, e conseguiram o que todo alquimista sempre sonhou, a mágica de transformar uma substância em outra. No caso, com a ajuda do Sol, obtiveram êxito em retirar o oxigênio contido em uma determinada substância e soltá-lo ao ar livre. Viraram verdadeiras máquinas de produzir oxigênio.

Após esse período de bastante oxigenação, a Terra voltou a sofrer com o frio, depois tornou a oxigenar-se. Nesse ínterim, eis que surge, pela primeira vez, por meio da interação entre dois tipos diferentes de células primitivas, uma mais complexa, mais especializada, o tipo de célula de que são formados os seres humanos. Essa célula era aparelhada o suficiente para sustentar uma forma de vida mais complexa, mais evoluída.

Então, após enfrentar mais um período de frio, sobreveio uma fase em que a vida começou a se diversificar verdadeiramente, com pequeninos organismos marinhos variados povoando o assoalho oceânico. E eles já eram um agregado

de células, organismos mais sofisticados que apareceram, mais evoluídos, multicelulares. A isso se seguiu um catastrófico evento que exterminou a grande maioria desses pequeninos seres.

Logo em seguida, mais e mais organismos, de diversos tipos e formas, despontaram. Foi uma época soberba, de inflação acelerada, de explosão de vida, um verdadeiro *Big Bang* evolucionário. É nessa época que surgiu o ancestral comum mais recente de todos os animais com coluna vertebral, incluindo aí o ser humano. Talvez parecido com um minúsculo peixinho ornamental de um aquário moderno, daqueles de formas esquisitas. Nós demos a ele o nome de Luva.

Em seguida, nos oceanos da Terra, a vida voltou a florescer e a se diversificar, com vários organismos sem vértebras habitando o assoalho marinho. É nesse período, então, que surgem os primeiros peixes, ainda bastante primitivos, sem dentes, sem mandíbulas e sem braços (nadadeiras laterais), que se alimentavam literalmente lambendo o fundo do mar. Algumas plantinhas primitivas aquáticas se aventuraram a deixar o mar e começaram a colonizar o ambiente terrestre, ainda que timidamente, sem se afastarem muito da costa, enquanto alguns animaizinhos pequenos acompanharam-nas e se atreveram também a deixar seu habitat, o mar, e começaram a se deslocar em direção à terra firme. No oceano, a vida continuava a florescer e a se diversificar, com o surgimento de novas espécies. Começaram a aparecer os primeiros peixes mandibulados. Tudo ia bem até que, surpresa, nova tragédia! Uma época de glaciação intensa causou a morte de diversas espécies no mar e na terra. A extinção foi tão maciça que entrou no rol daquelas cinco maiores que já existiram. Todavia, aos poucos a vida na Terra foi-se recompondo e se reinventando. Floresceram novas espécies e as que escaparam da extinção continuaram a se desenvolver e a se diversificar. Cada vez mais animais aprenderam o caminho mar-terra e as plantas, antes temerosas de se afastarem muito das encostas, começaram a avançar continente adentro e a se diversificar também. Aos poucos, foram oxigenando o planeta e cada vez mais começou a existir uma relação de interdependência entre elas e os animais. A paisagem do continente mudou, ficando menos marrom e mais esverdeada. Peixes cresceram de tamanho e se diversificaram. Apareceram ossos, nadadeiras diferentes (lobadas) e patas. Alguns desses peixes eram enormes e o grupo que desenvolveu patas foi importante, porquanto foi dele que evoluíram os ancestrais dos tetrápodes (peixes terrestres). Esses animais foram cada vez mais se aventurando e se acostumando com o meio terrestre. Viviam na água, mas eram capazes de permanecer muito tempo na terra. Entretanto, quando tudo parecia progredir, mais uma hecatombe. Uma nova extinção em massa sobreveio, dizimando quase setenta por cento das espécies. Tempos depois, a vida seguiu mais uma vez seu rumo, com novas espécies surgindo e outras que continuavam

a se diversificar e proliferar. Era cada vez mais presente o avanço das espécies em direção à terra firme, com as plantas e os animais preenchendo a paisagem. A era dos animais terrestres de quatro patas começara, além da presença de outras espécies de animais sem vértebras, de plantas e de árvores. No mar, os peixes e outros minúsculos animais marinhos continuaram a saga de crescimento com diversificação constante. Enquanto isso, na terra, florestas massivas apareciam, tetrápodes seguiam multiplicando-se, plantas explodiam em variedade e crescimento, o grupo de invertebrados ficava cada vez maior e diversificado, artrópodes passaram a dominar o meio terrestre, anfíbios e répteis cresciam, novas espécies de peixes surgiram, e um grupo de répteis, os sinapsídeos, deu origem ao grupo dos mamíferos. Da parte da qual somos diretamente interessados, esta talvez tenha sido a mais importante, a entrada em cena justamente desse grupo de répteis cujas características anatômico/fisiológicas permitiram a evolução em direção aos primeiros mamíferos. A Terra, contudo, teve de enfrentar uma nova era de destruição em massa, desta feita a maior de todos os tempos. A maioria das espécies que existia foi varrida da experiência cósmica, deixando apenas traços do que foi registrados em rochas, como fotografias antigas de pessoas mortas. Quando o inferno apocalíptico finalmente se expirou, dentre os poucos sobreviventes estavam justamente aqueles antepassados dos mamíferos. Assim, a vida pôde seguir seu rumo com os que escaparam, os sobreviventes. Esses, por sua vez, deram origem a novos e diversificados seres, de forma que a árvore da vida foi aumentando em quantidade e diversidade. Após algum tempo, eis que sobreveio a última das grandes tragédias e ela foi, de alguma forma, um milagre para nós, no que pode parecer um paradoxo. Parece poético que uma rocha enorme tenha caído do céu e seja por causa dela que estamos aqui. Devemos, literalmente, nossa existência a uma pedra, uma pedra que veio do céu. Se você acha tudo isso importante, então o convido a conhecer o resto da história.

Evolução

> *A seleção natural lenta, gradual e cumulativa é a explicação decisiva para nossa existência.*
>
> Richard Dawkins

> *A mecânica da seleção natural produz apenas adaptação local, não o progresso geral.*
>
> Stephen Jay Gould

> *A realidade histórica da evolução é um fato científico tanto quanto a constituição atômica da matéria ou a revolução da Terra em torno do Sol.*
>
> Douglas Futuyma

Ernst Mayr, talvez o principal biólogo do século XX, costumava afirmar que a evolução era o conceito mais importante de toda a biologia, representando a maior revolução intelectual experimentada pela humanidade. Ele, de fato, tinha razão. Com efeito, a teoria evolucionária constitui um dos conceitos mais inovadores do pensamento ocidental, talvez só comparada à teoria gravitacional de Newton e de Einstein. Foi, contudo, somente em 1859 que tomamos conhecimento da teoria, quando, aos cinquenta anos, Darwin publicou em Londres o livro de ciências mais famoso do mundo, *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*, que mais tarde ficaria conhecido apenas como *A Origem das Espécies*.

Para escrever a obra, Darwin inspirou-se nas ideias do avô, um verdadeiro polímata, pois era médico por profissão, poeta nas horas vagas, e ainda ganhava dinheiro explorando o mercado imobiliário. Apesar de não ter convivido com o neto (Erasmus morrera sete anos antes do nascimento de Darwin), sua obra exerceu sobre ele grande fascínio. O avô era um reconhecido *bon vivant* e teve vários filhos, alguns fora do casamento. Sua obra mais conhecida é *Zoonomia*, que também trata da evolução. Uma citação de *Zoonomia* mostra o quanto Erasmus já pensava sobre evolução 25 anos antes do nascimento do neto: “Seria muito primário imaginar que, no grande período de tempo desde que a Terra passou a existir, talvez milhões de anos antes do começo da história da humanidade, todos os animais de sangue quente tenham-se originado de uma única linhagem, a qual a grande primeira causa deu origem aos animais com o

poder de adquirir novas partes com novas propensidades, dirigidos por irritações, sensações e associações, e assim possuindo a capacidade inerente e passando essas melhorias para a próxima geração". Além da *Zoonomia*, de 1796, Darwin também havia lido os argumentos do avô em outro livro, *Phytologia*, publicado em 1800.

Outro que o influenciou foi o francês Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, o cavaleiro de Lamarck. Dando aulas sobre invertebrados, no Museu de História Natural de Paris, foi considerado por muitos o Kepler da Biologia (aliás, foi ele quem cunhou o termo biólogo), com a ideia do transmutacionismo (ou transformismo). Lamarck publicou, em 1809, *Philosophie zoologique*, a teoria transformacionista, consoante a qual as espécies não seriam imutáveis, descendendo de outras, por meio de mudanças graduais, através das gerações. De acordo com suas ideias, a evolução consistiria na origem, por geração espontânea, de um novo organismo simples, que, com o passar das gerações, transformar-se-ia, gradualmente, em um ser superior, mais perfeito e mais evoluído, porém, em seu modelo, diferentemente da proposta darwiniana, as linhagens das espécies não se ramificavam, nem se extinguiam.

Tanto o avô quanto Lamarck propunham que os organismos se diversificavam e progrediam, adaptando-se a meios diferentes. Eles também acreditavam que os animais podiam se adaptar ao meio, mediante do uso e desuso das partes de seus corpos, e essas alterações poderiam ser transmitidas aos descendentes. Era a ideia da herança dos caracteres adquiridos. Os dois autores incluíam os seres humanos em seus esquemas e declaravam que estes se aperfeiçoariam com o correr do tempo.

Harriet Martineau, uma das fundadoras da sociologia e amiga da família, especialmente do irmão, foi quem recomendou a Darwin o livro *Um ensaio sobre o princípio da população*, do economista britânico Thomas Robert Malthus, escrito em 1798. Após concluir a leitura, veio o *insight.* O momento foi registrado no caderno D, no fim de setembro de 1838, quando tinha 29 anos: "Nascem indivíduos demais", escreveu ele, parafraseando Malthus. "Há uma guerra na natureza, um combate pela existência. Na luta para viver, os organismos piores ou mais fracos tendem a morrer primeiro, e as formas melhores, mais saudáveis ou mais bem adaptadas permanecem. Esses sobreviventes seriam aqueles que geralmente procriam. Se ações como essas se repetissem um sem número de vezes, os organismos tenderiam a se tornar cada vez mais bem adaptados às suas condições de existência".

Outro que o ajudou foi o professor da Faculdade de Medicina de Edimburgo, especialista em esponjas, Robert Edmond Grant, um fascinado pelo estudo da vida marinha. Grant achava que a origem e a evolução da vida poderiam ser

atribuídas simplesmente a fatores físicos e químicos. Finalmente, entre 1844 e 1853, Robert Chambers, um editor não cientista, chamou a atenção da sociedade europeia ao fazer sucesso publicando dez edições de um livro popular intitulado *The vestiges of the natural history of creation* (Vestígios da história natural da criação), que continha ideias bastante semelhantes às que o próprio Darwin vinha desenvolvendo.

Darwin decidiu seguir a carreira de naturalista, para desgosto do pai, também médico, influenciado na juventude pela admirável viagem que Alexander von Humboldt fizera à Amazônia. Após vinte anos de estudo, um fato inesperado fez com que Darwin, apoiado por amigos, decidisse antecipar a publicação do livro que estava calmamente a escrever. Foi quando ficou sabendo, por uma carta recebida dos correios, que o colega Alfred Russel Wallace havia descoberto a mesma teoria que ele.

Com efeito, em meados de 1827, Darwin já esboçara o desenho de uma árvore ramificada, que espelhava a evolução das formas de vida a partir de um ancestral comum. Para ele, as espécies teriam surgido desse ancestral comum e se alterado por causa da evolução. Entretanto, não empregou o termo “evolução”, e sim “descendência com modificação”.[38] Nas palavras do próprio Darwin: “Alguém duvida (lembrando que mais indivíduos nascem do que podem sobreviver) de que indivíduos apresentando qualquer vantagem, mesmo pequena, sobre outros teriam a melhor chance de sobreviver e procriar? Em contrapartida, podemos ter certeza de que a menor variação desvantajosa seria destruída. A essa preservação de variações favoráveis e a rejeição de variações desfavoráveis chamo de seleção natural”. A seleção natural, mecanismo que explica a evolução, é muito bem definida até hoje pela frase de Herbert Spencer, filósofo do século XIX, considerado o pai do darwinismo social: “Sobrevivência dos mais aptos”. Contudo, o mundo de meados do século XIX não estava preparado para uma ideia tão revolucionária e a Teoria da Evolução pela seleção natural teve de esperar até por volta de 1940 para ser aceita.

Na época em que Darwin vivia, não existiam pesquisas fósseis. Quando publicou seu livro, em 1859, toda a comunidade científica ignorava a existência de fósseis de antepassados humanos. Mesmo assim, ele não se descurou de cogitar, mesmo que genericamente, sobre a evolução humana, especulando que os macacos pudessem ter descido das árvores e passado a andar sobre duas pernas. Começando a empregar as mãos para segurar e caçar, passaram a desenvolver o cérebro, o que não está muito distante do que ocorreu de fato. Quanto à origem da vida propriamente dita, afirmou que todas as plantas e animais descenderam de uma única forma, na qual a vida foi soprada pela primeira vez, o que também corresponde à teoria atual sobre a origem da vida.

Embora Darwin não conhecesse àquela época o mecanismo interno que possibilitava a evolução, hoje se sabe que a explicação para sua ocorrência encontra-se nos genes. A evolução é, com efeito, resultado da variação genética aleatória e da escolha direcional do meio, elegendo características desejadas. Entretanto, foi necessário quase um século de estudos e pesquisas para que a evolução pudesse estabelecer-se da forma atual. Um desses avanços ocorreu quando se demonstrou que todos os animais e plantas são compostos da mesma estrutura básica e singular, presente em todos como uma unidade essencial, fundamental e única, as células, os tijolos básicos da vida. Além disso, com a descoberta do código genético no núcleo de cada estrutura celular e de que os seres procariotos[39] possuem o mesmo código genético que os humanos, fechou-se o cerco, a ponto de não mais restar qualquer resquício de dúvida acerca da veracidade da teoria concebida por Darwin e Wallace há mais de 150 anos. De acordo com a versão moderna, processos estocásticos (que ocorrem ao acaso) afetam a frequência dos genes e, com isso, haverá uma mudança contínua na composição de cada população. Essa mudança é o que chamamos de evolução.

A história real da espécie humana somente pode ser explicada pela Teoria da Evolução. Ela representa uma conquista da nossa civilização e um feito que reverencia o intelecto humano.

Genética: o complemento da evolução

A evolução consiste em um processo que combina mutação com seleção natural. Trata-se, portanto, da junção do aleatório (mutação) com o direcional (seleção natural). Trabalha com o conceito de adequação dos organismos à vida em seus ambientes, os mais bem adaptados levando vantagem sobre os menos aptos. Com a proliferação das gerações, tende-se ao acúmulo das características herdadas mais vantajosas.

Coube ao monge e naturalista austríaco Gregor Mendel a responsabilidade pelo descobrimento de uma nova área na biologia, inexplorada na época de Darwin, a Genética, a partir de experimentos com ervilhas levados a efeito entre os anos de 1856 e 1863 em seu local de trabalho, os jardins do monastério St. Thomas em Brno, na Morávia, hoje República Checa. Na juventude, quis ser padre e cuidar de uma paróquia. Após os estudos na Universidade de Viena, desejou ser professor de ciências, mas foi reprovado nos exames. Aos 31 anos, então, decidiu-se pela vida monástica. As pesquisas com as ervilhas começaram quando tinha 34 anos. O trabalho consistiu no cruzamento controlado entre pés de ervilhas com sementes enrugadas e lisas, amarelas e verdes. Na época das pesquisas empreendidas por ele, vigorava uma teoria popular da hereditariedade, consistente na herança misturada, em que se acreditava que o fator responsável por determinada característica se misturava a outro e o descendente herdava uma média desses fatores.

Mendel conseguiu publicar os resultados de suas pesquisas em 1866, em um periódico obscuro, *Proceedings*, consultado por poucas pessoas, de forma que permaneceram inacessíveis, inclusive para o próprio Darwin.[40] Um dos que poderia tê-lo ajudado na divulgação, no entanto, o conceituado professor de botânica em Munique, Karl Wilhelm von Nägeli, cientista que descobriu os cromossomos em 1842, infelizmente não entendeu a pesquisa de Mendel! Se, em vez de Nägeli, tivesse escrito a Darwin, talvez a história da ciência hoje fosse contada de forma diferente e não tivéssemos esperado até o século XX para, finalmente, juntarmos a evolução à genética. Mendel sugeriu que a hereditariedade se baseava em fatores independentes, que não perdiam a identidade quando combinados com outros fatores hereditários. Terminou a vida afundando-se na burocracia administrativa das questões de sua abadia. Os últimos anos foram dedicados à luta contra um tributo cobrado dos mosteiros pelo governo.

A refutação da herança misturada e da herança dos caracteres adquiridos representara um avanço possibilitado pela incursão nesse novo campo do saber

genético no alvorecer do século XX. O fenótipo, conjunto das características físicas, é diferente do genótipo, conjunto dos genes do indivíduo. As diferenças fenotípicas podem ser decorrentes da genética ou do meio, mas o efeito do ambiente sobre o fenótipo não afeta os genes, ou seja, características adquiridas ao longo da vida não são herdadas. Foi o que Mendel descobriu. A hereditariedade baseia-se em partículas que conservam a identidade quando repassadas à prole.

Em 1909, o fator hereditário foi chamado de gene pelo biólogo evolucionista dinamarquês Wilhelm Johannsen. No ano seguinte, estudando as moscas das frutas, o geneticista americano Thomas Hunt Morgan e colaboradores conceberam a ideia de que o gene estava localizado dentro dos cromossomos, estudo que rendeu a Morgan mais tarde o prêmio Nobel. De fato, genes são sequências de bases químicas (representadas por quatro letras - A, C, G e T) abrigadas no interior de moléculas de ácido desoxirribonucleico (DNA), contido nos cromossomos, mas a confirmação de que de fato o DNA era a molécula portadora da informação hereditária ocorreu apenas às vésperas do fim da II Guerra Mundial, com as pesquisas desenvolvidas no Instituto Rockefeller por Oswald Theodore Avery, um médico canadense que se destacou pelo estudo dos mecanismos bioquímicos das bactérias. Com efeito, em 1944, Avery descobriu, juntamente com mais dois colegas pesquisadores, que o DNA era a substância de que genes e cromossomos eram formados e, por isso, alguns se referem a ele como o mais merecedor dos cientistas que nunca recebeu um Nobel! Alguns anos depois, a brilhante cientista Rosalind Franklin, nascida no charmoso e romântico distrito londrino de Notting Hill, conseguiu visualizar, por uma imagem borrada de raio X, o próprio DNA, o que permitiu ao trio Watson, Crick e Wilkins ser agraciado com o Nobel de 1962. Infelizmente, Rosalind já estava morta. Enquanto pesquisava o vírus da poliomielite, descobriu que estava com câncer no ovário, talvez por causa das altas doses de radiação a que se expusera durante anos de estudos e pesquisas. Faleceu precocemente, em 1958, com apenas 37 anos de idade, sem haver sido contemplada com a glória de um mais que merecido prêmio Nobel.

A adesão à teoria de Darwin não foi nada fácil. Com efeito, após a publicação de seu livro, existiram pessoas que passaram a aceitar a evolução, mas não a seleção natural. Sua teoria só foi amplamente admitida a partir das décadas de 1920/40, com a conciliação de suas ideias com as de Mendel, naquilo que ficou conhecido como a Síntese Moderna da Evolução ou Neodarwinismo, cujos principais teóricos foram Ronald Aylmer Fisher, John B.S. Haldane e Sewall Wright, que conseguiram, por meio de estudos, compatibilizar a seleção natural com a genética mendeliana, demonstrando que a junção da mutação com a

seleção natural é o que causa a evolução adaptativa. Essa foi a maior revolução operada pela Biologia, a ligação da Genética à Evolução. O livro que marcou o aparecimento da moderna Biologia Evolutiva, *Genetics and the Origin of Species* (Genética e a Origem das Espécies) foi publicado em 1937 pelo geneticista ucraniano, morto em 1975, Theodosius Dobzhansky. Ele era um especialista no estudo das moscas de frutas, tendo trabalhado com Thomas Hunt Morgan. No livro, ele traz um conceito incorporado aos manuais de Biologia Evolutiva, que consiste em definir a evolução como uma mudança na frequência dos alelos do "pool" gênico. Uma de suas mais célebres frases consiste no título de um ensaio no qual afirma que nada em Biologia faz sentido a não ser à luz da evolução.

As mutações aleatórias (ao acaso) nas letras do DNA constituem a matéria-prima da evolução. A maioria delas é prejudicial, causando doenças genéticas, ou neutra, nem útil, nem prejudicial.[41] Um número inexpressivo delas pode ser vantajoso e conferir vantagens ao indivíduo mutado.

Epigenética: nova revolução na Biologia Evolutiva?

O dogma central da Biologia Evolutiva, estabelecido a partir da Síntese Moderna, cuja adesão é praticamente unânime entre os biólogos de hoje, como expressam, por exemplo, os livros-texto de Biologia mais utilizados no mundo, como o clássico *Biologia* [de Campbell et al.] e o consagrado *Evolution* [de Futuyma], consiste na afirmação categórica de que não existem mudanças nos caracteres adquiridos e de que mudanças no fenótipo não afetam o genótipo, porque o caminho é unidirecional no sentido do DNA-RNA-Proteína, e nunca o inverso, Proteína-RNA-DNA. Isso significa que alterações no genótipo (mutações) são transmissíveis (herdáveis), enquanto alterações no fenótipo (caracteres adquiridos) não são. Para biólogos epigenéticos evolucionistas, contudo, também ocorre transmissão de informações por meio de sistemas de herança não genéticos, que pode conduzir à evolução adaptativa pela seleção natural. De logo, queremos advertir aqui que nosso objetivo não é aderir ou não aos postulados da epigenética que afetem a evolução; a uma, porque não somos os especialistas no assunto; a duas, porque nosso interesse neste livro liga-se muito mais profundamente à história das espécies (e de sua evolução) ao longo do tempo do que mais propriamente aos mecanismos bioquímicos ou moleculares que determinem ou qualifiquem essa mudança, aqui se pretendendo espelhados apenas como pano de fundo para a narrativa da saga que foi a história do homem e de seus ancestrais. Dito isso, prossigamos. Lamarck acreditava que as características adquiridas por um organismo ao longo da vida poderiam ser transmitidas às futuras gerações. O Neodarwinismo, ao estabelecer o dogma central, atesta que as únicas características transmissíveis aos descendentes são aquelas que o indivíduo já possuía ao nascer, ou seja, características adquiridas ao longo da vida não afetavam os genes e, por isso, não eram transmissíveis. Foi assim que o dogma central da Biologia Evolutiva se impôs ao mundo, incorporando-se ao jargão empregado por especialistas no assunto. Para alguns, entretanto, embora em franca minoria até o momento, o dogma pode parecer se encontrar ameaçado pela epigenética, que, em suma, no que diz respeito ao tópico da evolução, defende que algumas características adquiridas ao longo da vida do indivíduo podem ser transmissíveis aos descendentes e selecionadas pelo meio. São transmissões de caracteres celulares alheios ao DNA, ou seja, transmissão de informação da célula-mãe para a célula-filha por um mecanismo diferente da transmissão via DNA. Haveria, portanto, dois sistemas paralelos de herança evolutiva funcionando em nossos organismos: um, amparado no DNA; o outro, extra-DNA, embora também objeto de adaptação e seleção. Isso significa

que algumas variações fisiológicas poderiam ser herdáveis, ou seja, passadas aos descendentes. Uma verdadeira heresia para os neodarwinistas de plantão! E uma vingança contra muitos dos detratores de Lamarck. Um dos melhores livros-texto de Biologia Evolutiva do mundo (para nós, o melhor), infelizmente ainda sem tradução para o português, *Evolution*, de Douglas Futuyma, em sua última edição (2013) dedica quase nada ao assunto, concluindo que: "O papel da epigenética na evolução é objeto de considerável especulação e pesquisa" (p. 223). Portanto, ainda existe um lastro de indagações e dúvidas a ser respondido, por isso a cautela entre os especialistas quanto a saber se a epigenética desempenha algum papel (relevante ou desprezível) na evolução das espécies e, se desempenha, que tipo de contribuição tem a oferecer. Para o leitor interessado no tema, o livro clássico sobre epigenética evolutiva, de Eva Jablonka e Marion Lamb, encontra-se listado na bibliografia. Há uma edição brasileira, porém desatualizada. Estamos na expectativa de mais pesquisas que possam definir o verdadeiro papel da epigenética no quadro evolutivo das espécies e se ela representa ou não uma revolução no darwinismo, assim como ocorrera no início do século XX com a síntese moderna ou neodarwinismo. Não é o objetivo deste livro, conforme já enfatizamos, posicionar-se sobre tema tão polêmico. Assim como nos dois livros anteriores, elegemos como critério teorias estabelecidas e predominantes sobre cada assunto. Também não é proposta deste livro apresentar outros mecanismos que conduzam à evolução, como o fluxo gênico e a deriva genética, visto que, com relação a esses últimos, até onde sabemos, a evolução pela seleção natural continua sendo o mecanismo, talvez único, que conduz à adaptação dos organismos ao meio em que vivem, e foi justamente esse mecanismo que causou a evolução dos hominídeos desde quando divergiram de seus primos macacos, no continente africano, há sete milhões de anos.

Vida

> *A vida é uma simples questão de química.*
>
> James Watson

> *Em um nível mais fundamental, não existe separação entre coisas animadas e coisas inanimadas.*
>
> Sean Carroll

O primeiro artefato que o *sapiens* descobriu foi a pedra. De repente, deu-se conta de que poderia utilizá-la para quebrar frutos, para arremessá-la contra oponentes e rivais, para caçar, para abater a presa, para cortar o couro, dilacerar a carne e arrancar nacos de comida do animal abatido. Esse ser pré-histórico mal sabia o quanto que havia de comum entre ele e o objeto que manuseava. O avanço da ciência demonstrou que somos formados pela mesma substância de que é composta a pedra que o *sapiens* arremessava. Descobriu ainda que essa matéria também compõe as estrelas, os planetas e as luas. Nem nisso somos especiais e importantes, porque não há sequer um elemento químico de todos os que existem na tabela periódica que seja privilégio nosso.

Nós é que privilegiamos um desses átomos, pois somos o carbono e mais alguns poucos outros, mas somos o mesmo carbono que existe na Lua, no Sol ou em qualquer outra estrela espalhada pelo cosmos. Somos também o mesmo que existe em uma cinza de uma fogueira, no grafite do lápis ou no diamante das mulheres. Todos esses átomos agem do mesmo modo. Não é pelo fato de o carbono fazer parte de uma rocha ou de uma estrela, por exemplo, que se comportará diferente do que está dentro das células do corpo humano. Em sua estrutura mais íntima, os átomos são regidos pelas mesmas leis da natureza. As leis que os governam são emanadas da mecânica quântica, um conjunto de leis bastante complexo, como já frisamos.

Hoje, por meio de um aparelho inventado pelo homem, o espectroscópio, uma espécie de leitor de código de barras químico, identificam-se quais átomos estão presentes no objeto observado. Por intermédio das observações e análises, sabe-se que os únicos átomos que existem na natureza são aqueles constantes na tabela periódica dos elementos.

Apesar de, em nível atômico, sermos compostos das mesmas substâncias que compõem as coisas inanimadas e, não obstante esses átomos obedecerem às mesmas leis físicas universais, não há dúvida de que pedras são diferentes de sapos, por exemplo. O que distingue, então, a matéria viva da não viva? A

tentativa de responder a essa pergunta fundamental é feita desde a Grécia Antiga. Muitos filósofos tentaram responder a ela, sem sucesso. A maioria fracassou; alguns apontaram para o rumo certo. O fato é que até hoje, em pleno século XXI, não se calaram as discussões acerca do tema.

Em 1986, um dos mais respeitados biólogos evolucionistas do século XX, o britânico John Maynard Smith, considerou que “entidades com propriedades de multiplicação, variação e hereditariedade são vivas, e entidades que não apresentam uma ou mais dessas propriedades não o são”. Nossa definição preferida de vida é a mais simples possível (a mesma da NASA), vida é um sistema químico autossustentável capaz de evolução darwiniana.

Certo dia de agosto de 2015, estava a correr em um parque ecológico quando tropecei em um galho de uma árvore e sofri um tombo, um acontecimento fortuito, inesperado e imprevisto! A queda abriu duas feridas no corpo, uma no braço, a outra no joelho. Sabemos que tanto eu quanto a árvore possuímos o poder da multiplicação, porque podemos gerar descendentes; não olvidamos que nossas espécies podem variar ao longo das gerações, visto que evoluímos por meio da seleção natural. Conhecemos, por último, que ambos podemos transferir características genéticas aos sucessores. Por isso, somos organismos vivos. Mas o galho em que tropecei era apenas um corpo sem vida. Já não detinha o poder da variação, da evolução e da hereditariedade.

O fato de eu possuir, entretanto, poder de variação, evolução e hereditariedade não explica a recuperação em dez dias, ou seja, meu organismo possui o poder de consertar o dano causado pelo ferimento. Também a árvore, que teve um pedaço de si arrancada, detém o mesmo poder de se recuperar do ferimento. Esse simples processo da cura, porém, aparentemente banal e comum, na verdade, é muito complexo e demandou milhões de anos para ser fixado pela seleção natural e isso só ocorreu porque nos conferiu uma vantagem evolutiva na luta pela vida.

Durante o processo de cura, em primeiro lugar, é preciso estancar o sangue para evitar hemorragia, que pode levar à morte. O estancamento do sangue no local deve ser feito sem impedir o fluxo, ou seja, não se pode, simplesmente, por causa do acidente, fechar completamente a via, pois o sangue precisa continuar passando por ali, pelos vasos, para transportar oxigênio para o resto do corpo. Além disso, se fecharmos o caminho, o “cano” por onde o sangue passa pode estourar, causando um acidente (vascular). É preciso também limpar o local da ferida e o próprio organismo faz isso, ao recrutar soldados para combater germes invasores, verdadeira batalha que costumamos vencer sem o auxílio de forças externas. Após matarmos os invasores, precisamos livrar-nos da pele e de tecidos mortos. Não podemos deixar que o lixo que ficou no local permaneça ali visto

que, além de atrapalhar o trabalho, pode apodrecer e contaminar as demais partes do corpo. Ademais, para construir uma nova pele no local do acidente, além de isolá-lo e protegê-lo, é preciso recrutar os trabalhadores para a obra; além disso, é necessário que se disponha de material para a construção, ou seja, é preciso contar com a confecção, o transporte e o depósito do que será empregado na obra. Esse material não podemos adquirir de fora. O que podemos adquirir de fora é a matéria-prima que servirá para que façamos o material a partir dela. Também é necessário que nos empenhemos bastante para construirmos uma obra a mais próxima possível da original, uma pele que execute as mesmas funções, que faça troca com o meio externo, que permita esfriar o corpo ou protegê-lo do calor, que respire, que proteja o organismo dos raios solares, que sintetize vitamina e, de preferência, que possibilite o nascimento de pelos depois. Um sistema vivo, portanto, não pode ser explicado apenas por meio das propriedades de componentes isolados, porque as características únicas dos organismos vivos não podem ser atribuídas apenas à sua composição, mas também à organização, pois sistemas vivos não são apenas um amontoado de moléculas. Assim, além das características apontadas por Smith, poderíamos acrescentar outras. São elas a capacidade de ter metabolismo próprio (adquirir e liberar energia); a capacidade de se autorregular, para manter o sistema em estado de equilíbrio; e a capacidade de responder a estímulos do ambiente. É por isso que o mundo inanimado do químico é inteiramente diverso do mundo vivo do biólogo.

Vivo, mas nem tanto

Morávamos em um bairro perto da Faculdade de Medicina. Lá havia um menino com as pernas atrofiadas, que não conseguia andar. Ele era nosso amigo e o que nos chamava a atenção era que estava sempre rindo, de bom humor. Quando criança, fora acometido pelo vírus que lhe causou poliomielite. A polio é a mesma moléstia de que padecia Roosevelt, um dos maiores presidentes da história dos Estados Unidos. Eleito para quatro mandatos, foi o responsável direto pela derrota de Hitler na Segunda Guerra Mundial, juntamente com Churchill e Stalin. Outro registro de vírus na infância, além, é claro, dos costumeiros resfriados e gripes, foi com uma parente que era surda e muda. Ela contraiu meningite enquanto morava em São Paulo no início dos anos setenta. O surto se espalhou rapidamente e se transformou em uma epidemia que a ditadura escondeu da população o quanto pôde (uma das vantagens do regime democrático é que é muito mais difícil esconder informação).

O vírus constitui-se um sistema molecular autorreplicativo. É um parasita intracelular e, como a unidade fundamental de todo ser vivo é a célula, a maioria dos biólogos o considera um *out*, pois ocupa a fronteira entre o vivo e o não vivo, já que só é capaz de viver e se reproduzir no interior de outra célula, mesmo que essa outra célula pertença a uma planta ou a uma bactéria.

O olho humano só evoluiu após quase quatro bilhões de anos de vida dos microrganismos vírus, bactérias e archaeas. Se nossa evolução houvesse sido contemporânea à desses micróbios, talvez pudéssemos enxergar melhor, com resolução suficiente a alcançá-los a olho nu. Por isso que eles passaram tanto tempo completamente desconhecidos para nós. O primeiro vislumbre de um ser microscópico competiu a um holandês comerciante de tecidos e fabricante de lentes, Antoine van Leeuwenhock, considerado o pai da microbiologia por ter sido o primeiro a observar e descrever microrganimos. Ele lapidou o microscópio inventado havia poucas décadas e conseguiu vislumbrar as primeiras bactérias em 1676. Foi uma descoberta paradigmática para a ciência que, doravante, nunca mais seria a mesma. Na década anterior, o cientista inglês Robert Hooke também se houvera utilizado de um microscópio rudimentar para descobrir as primeiras células. Ele assim as batizou em alusão à semelhança com os pequenos compartimentos (celas) ocupados pelos monges nos monastérios. A descoberta adveio a partir da observação microscópica de pedaços de cortiça obtidos das cascas dos sobreiros, quando ele notou, então, a presença dessas pequenas estruturas, as células, dando início, assim, a uma nova era na Biologia, que permitiu a formulação posterior da teoria celular, consoante a qual se afirma

constituir a célula a unidade comum, básica, fundamental e estrutural de todo e qualquer ser vivo. Assim como se dera com a invenção do telescópio, o microscópio permitiu aos seres humanos a descoberta do desconhecido. O telescópio veio a desvendar as profundezas de um Universo cuja extensão o homem jamais suspeitara, inferindo a existência de objetos celestes longínquos, perdidos na imensidão do espaço, que nunca se imaginou pudessem existir. O microscópio, por sua vez, pôde explorar a incontável diversidade de seres vivos invisíveis e suas estranhas formas até então insuspeitas, mergulhando-nos em um reino esquivo, que acabara de se revelar para os olhos atentos da humanidade. Depois disso, nada permaneceu como antes e mecanismos de cura para enfermidades provocadas por alguns desses germes foram desenvolvidos e testados exitosamente. Esses instrumentos auxiliares das pesquisas ajudaram a ciência a atingir níveis superiores do conhecimento.

O vírus, entretanto, foi descoberto primeiro por dedução, uma inferição feita à margem da visualização. Isso porque o microscópio não havia evoluído o suficiente tecnicamente para alcançar a resolução desse minúsculo organismo. A tecnologia para tanto não estava disponível à época. Um biólogo russo e outro alemão juntaram esforços para descobrir essas minúsculas criaturas, só visíveis hoje à microscopia eletrônica. Tudo começou em 1883, quando o pesquisador alemão investigava as causas de uma doença que estava causando prejuízo à lavoura do tabaco, provocando o aparecimento de manchas e despigmentação na folha. Foi aí que concebeu um experimento notável. Pulverizou folhas de tabaco sadias com as de tabaco maceradas e doentes e descobriu com isso que as sadias adoeciam, podendo concluir que a doença era causada por algum agente minúsculo que se encontrava nas folhas maceradas adoentadas, mas, como o agente era invisível ao microscópio ótico, não pôde identificá-lo. Mais tarde, o biólogo russo deixou passar o líquido contaminado por filtros de porcelana, cujos poros eram minúsculos, e, depois, aplicou-o às folhas sadias, que ficaram doentes, e aí descobriu que o agente causador era, de fato, muito pequeno, menor até do que bactérias, visíveis ao microscópio naquela época. Mesmo sem conseguir visualizá-los, os cientistas passaram a nominar o novo ser de vírus, que significa veneno, em latim. Em seguida, diversas doenças começaram a ser associadas a esses agentes.

Ora perto, ora longe

No início dos tempos, a Terra era uma fornalha, com tempestade de cometas e asteroides, tornando-a fumegante, como um vulcão em erupção, bombardeada por todos os lados, um ambiente improvável para o florescimento de qualquer espécie. Em algum momento após a era de bombardeios cósmicos pesados, já em relativa calmaria, com temperaturas decrescentes e com os gases se formando, é que surgiu, por meio de uma reação química espontânea e acidental, a transformação da matéria não viva em viva. Dessa forma, surgiram as condições para a existência do primeiro ser vivo, precursor do mundo RNA, o Luca.

A Terra sempre esteve e ainda se encontra em constante processo de mudança e adaptação. Isso acontece não somente em relação ao aspecto geológico (ou morfológico, vamos dizer assim), mas também em relação ao meio ambiente e aos seres que habitam o planeta, que, além de mudarem (evoluírem) com o passar do tempo, também surgem dia a dia como uma nova espécie, quer seja um animal, quer seja vegetal. Nos primórdios, a Terra deveria ser parecida com a paisagem marciana que vemos por meio de fotografias colhidas pelos robôs que lá estiveram, como o *Spirit*, em 2001, e que são divulgadas pela *internet*, um lugar sombrio e inóspito, sem qualquer vegetação ou oceano. É sempre bom ter em mente que a vida evoluiu na Terra de acordo com os parâmetros determinados pelas constantes da natureza. Fossem outros os valores dessas constantes, das duas, uma: ou não existiríamos ou seríamos criaturas completamente diferentes das que somos.

A proximidade dos continentes africano e brasileiro faz parte da evolução geológica continental.[42] Durante cerca de cinquenta milhões de anos (entre 300 e 250 milhões de anos atrás, aproximadamente), era perfeitamente possível colocar um pé na África e outro no Brasil. Só não pertencia a um humano esse pé, porque ainda não havíamos aparecido na Terra. Também não seria de um dinossauro, porque este também ainda não havia dado as caras por aqui. Poderia ser de um réptil estranho e esquisito, precursor dos dinossauros. Se você estivesse, porém, aqui, desde o surgimento da Terra, constataria que pôr os pés em terras hoje pertencentes ao Brasil e, ao mesmo tempo, pisar em terras africanas não representaria nenhuma novidade. É que os continentes já estiveram juntos e separados várias vezes desde a formação do planeta. Com efeito, é como se participassem de uma dança, de tempos em tempos se aproximando uns dos outros, chegando a se tocarem, para depois se afastarem aos pouquinhos. A noção do tempo profundo e a percepção de que a Terra não era assim tão nova

quanto pregavam as Escrituras fizeram com que notássemos a possibilidade da ocorrência desse efeito ao longo de toda a história da vida.

Estamos tão acostumados com o oceano Atlântico nos separando da África que achamos que sempre foi assim, embora a geologia atual venha a demonstrar que não. O primeiro supercontinente chamava-se Vaalbara e existiu há cerca de 3,5 bilhões de anos. Em seguida, os continentes voltaram a se separar, depois a se reagrupar, a se separar de novo, a se aglutinar novamente, de modo a se prever que tenha existido quase uma dezena de episódios de junção e separação continental. Alguns desses supercontinentes possuem nomes já consagrados, como Rodínia, Pangeia, Laurásia e Gondwana. Na última dessas épocas, em que existia a Pangeia (do grego “toda a Terra”), também havia um único oceano, chamado Pantalassa. O supercontinente único da Pangeia era formado por uma placa de rocha única. Ao longo do tempo, foi-se separando e deu origem, ao final, a duas placas: uma delas, situada mais ao norte, formada pela América do Norte, Europa e Ásia, denominou-se Laurásia; a outra, localizada mais ao sul, formada pela América do Sul, África, Índia, Austrália e Antártida, chamou-se Gondwana. E o futuro nos reserva, segundo a previsão de geólogos, um novo enlace entre o Brasil e a África. Daqui a 250 milhões de anos, teremos uma nova Pangeia e um novo Pantalassa!

A quarta expedição à remota região da Groelândia não foi o esperado para o autor da Teoria da Deriva Continental, o meteorologista alemão Alfred Wegener. Quando regressava do acampamento em que deixara mantimentos para sua equipe, o termômetro marcava sessenta graus negativos. Durante todo aquele ano de 1930, registrou-se temperatura média anual de trinta graus negativos. Wegener não resistiu ao frio extremo e faleceu no meio do gelo, logo após completar cinquenta anos, na metade do caminho entre o acampamento base das pesquisas e o local de apoio de onde partira levando os mantimentos.

A Teoria da Deriva Continental não foi uma ideia original de Wegener, mas foi ele o primeiro a propô-la de forma consistente, dispondo-a em bases científicas. Por isso é considerado o pai da teoria. Ele a anunciou, pela primeira vez, em 1912 e, em 1915, publicou o livro sobre o assunto, *A origem dos continentes e oceanos*. A ideia foi repudiada pelo *establishment* científico da época, só tendo sido plenamente aceita na década de 1950, quando surgiram evidências definitivas de sua veracidade. Wegener faleceu sem imaginar o triunfo da teoria e o reconhecimento de que gozaria mais tarde entre os pares. Conforme disse: “O mundo já se juntou, e daqui a milhões de anos se juntará novamente, formando outra Pangeia”.

Em 1991, foi confirmado que a cratera de Chicxulub, na península de Iucatã, no golfo do México, era a mais forte candidata a ser o local de um impacto com

um asteroide de grandes proporções. Àquela altura, um pai e um filho lutavam aguerridamente contra a maioria da comunidade científica internacional, entrincheirados na defesa de suas posições quanto à ocorrência de um evento de extinção em massa que pusera fim à era dos dinossauros. A tradição paleontológica era firme até então na defesa do uniformitarismo, corrente segundo a qual as mudanças nas espécies ocorreriam de forma lenta e gradual, em resposta a mudanças no meio, que também se dariam lenta e gradualmente. Essa corrente remontava à origem da geologia e a seus primeiros e mais ilustres representantes, como James Hutton (1726-1797) e seu discípulo Charles Lyell (1797-1875), o autor de *Princípios de Geologia*, livro de cabeceira de Darwin na viagem do Beagle.[43] A descoberta da cratera mexicana foi a salvação da reputação do pai, Luis Alvarez, e, a glória para o filho, Walter Alvarez, cuja defesa da existência do evento de extinção em massa dos dinossauros era objeto de severas críticas por parte da comunidade acadêmica especializada desde a proposição da teoria em 1980. Hoje se conseguiu quase o consenso não só da ocorrência do evento e de sua localização, quanto das consequências, que podem ser resumidas no pensamento do respeitado biólogo, Eduard O. Wilson: “A extinção do fim do Cretáceo encerrou a era dos dinossauros, conferiu hegemonia aos mamíferos e possibilitou a origem de nossa própria espécie”.

Amor não correspondido

> *A humanidade sempre teve vontade de procurar explicações para aquilo que é desconhecido ou misterioso.*
>
> Ernst Mayr

Quando descobrimos que aquela pessoa que amamos não nos dá a mínima atenção, ficamos tristes e decepcionados. Pior ainda quando constatamos que a pessoa por quem fomos apaixonados durante tanto tempo, na verdade, nunca pensou em nós nem sequer por um minuto. Quer dizer que passei horas, dias, meses e anos pensando nela e nunca fui correspondido? Ela nunca ligou para mim? Nunca ocupei sua cabeça nem por um instante? São perguntas que nos fazemos após nos darmos conta de que não fomos correspondidos. A analogia com o amor que sentimos pelo Universo e pela vida é verdadeira, porque deve ser mesmo desalentador saber que não representamos nada para o cosmos. O Universo (o planeta Terra incluso) nunca se importou com a gente. O Universo é atemporal, inconsciente e casual. Nós somos apenas aquilo que poderia não ter acontecido (mas que aconteceu). E pelo fato de ter acontecido, passamos a achar que tudo o mais só ocorreu por causa disso, mas a razão para termos acontecido pode não ser divina, pode mesmo ser banal e casual.

Um dos efeitos produzidos pela globalização é a uniformização dos hábitos das pessoas. Todo mundo usa (ou almeja) o mesmo tênis, a mesma bolsa, o celular de tal marca e modelo. Todos assistem ao mesmo filme, na mesma época, veem a mesma partida de futebol, leem os mesmos livros, comentam sobre os mesmos fatos, assistem às mesmas novelas, discutem os mesmos assuntos, folheiam as mesmas revistas e bebem as mesmas cervejas. É tudo muito parecido. Antigamente, um jovem de classe média da região nordeste ou amazônica levava vida diferente das dos jovens que moravam no Sudeste ou no Sul. A globalização dos costumes fez nascer uma sociedade mais uniforme em seus hábitos cotidianos. Dessa forma, imagine-se como um desses jovens da classe média brasileira. Se não for muito preguiçoso, provavelmente acorda cedo, vai para o colégio, dá uma “paqueradinha” por lá, no intervalo se dispõe à fila do lanche para saborear pastel com refrigerante (algumas escolas adotaram cardápios *diet* e *light)*! Pois bem, o cotidiano do jovem estudante brasileiro da classe média repete-se em lares espalhados pelos mais recônditos cantos do país. Suponha-se, então, você como um desses jovens. Um dia, acorda cedo, vai para o colégio, olha para o céu e percebe uma imensa bola de fogo, do tamanho de um estádio de futebol, caindo em sua direção. É o Armagedom, o fim dos

tempos! Em poucos segundos, você, toda sua família e amigos estarão mortos. Logo você se dá conta de que não só as pessoas mais próximas, mas também os colegas das redes sociais vão desaparecer no próximo instante. Mas não só eles, todos aqueles jovens como você, cujos hábitos são similares, espalhados Brasil afora, também vão sumir da face da Terra. Aliás, os hominídeos do planeta inteiro se extinguirão. A aniquilação da espécie humana pode ocorrer amanhã, no próximo mês, ano, década ou milênio. Pode acontecer, porque já se deu com outras espécies e não somos diferentes delas. E acontece por quê?

A vida é maravilhosa[44]

> *A história da vida tem sido mais afetada pela catástrofe do que pela soma de todas as outras forças, incluindo a lenta e gradual evolução darwiniana.*
>
> PETER WARD E JOE KIRSCHVINK

> *O Homo sapiens, penso eu, é uma "coisa tão pequena" num vasto Universo, um evento evolutivo desordenado e improvável, bem dentro da esfera da contingência. Alternativas dignas, razoáveis e fascinantes poderiam ter produzido uma história da vida substancialmente divergente e não abrilhantada pela inteligência humana.*
>
> STEPHEN JAY GOULD

Se pudéssemos excluir da história da vida na Terra as cinco mais devastadoras extinções em massa, fique certo de um fato, provavelmente você não existiria! A lei darwiniana da evolução lenta e gradual por meio da seleção natural teria moldado outras espécies de indivíduos. É provável que uma história diferenciada, causada pela tomada de caminhos distintos, levasse-nos a outras alternativas possíveis. Poderia haver, então, tipos diferentes de animais a dominar o planeta, quiçá desprovido de inteligência "superior".

Agora já estamos preparados para responder à pergunta do porquê da existência (e da extinção) da espécie humana. A resposta que a ciência nos fornece pode ser esta: por causa do acaso. Uma das leis fundamentais da natureza, a entropia, consiste na tendência a tudo caminhar para o caos. Outra dessas leis é a gravidade, cujo postulado estabelece que matéria atrai matéria. Assim como estas (e as demais), o acaso é uma lei fundamental, gostemos ou não. Assim, esqueça Deus e seus castigos (a não ser que você o identifique com a própria natureza e suas leis). A causa imediata da destruição da espécie humana, quando aquele jovem da classe média se dirigia para a escola, foi a queda de um meteoro de grandes proporções. A causa remota foi o acaso, esse indiferente ao bem e ao mal, essa estatística maldita. A resposta, portanto, para o caos, não é culpa de Deus, não é culpa de ninguém, muito menos dos pecados humanos. O acaso é uma regra da natureza, é assim que ela funciona e se estrutura, pois o inesperado sempre está a demarcar o caminho. Com efeito, estudando a história da vida na Terra ao longo do tempo, a imagem que surge é a de um cenário em que regras aleatórias determinaram nosso destino como sobreviventes contingenciais de acidentes globais.

A queda de um objeto celeste de grandes proporções aqui na Terra, outrora muito comum, hoje é um acontecimento raro, mas natural. Quedas menores, porém, são rotineiras. Diariamente são registradas quedas de diversos objetos vindos do espaço, contudo, devido a suas dimensões pequenas, eles são destruídos ao entrarem na atmosfera terrestre, literalmente dizimados por causa do calor produzido pela fricção com os gases presentes na atmosfera. Essas pedras que caem do céu são, portanto, desintegradas, despedaçadas. Algumas nos trazem um brilho e um rasgo no céu, visível a olho nu. Nós as conhecemos como estrelas cadentes. Na verdade, são pedras (meteoritos) que se desintegram ao ultrapassarem a atmosfera. A maioria delas (por questões estatísticas, já que três quartos do planeta são cobertos por água) cai no mar.

O maior museu de história natural da América Latina abriga-se no alto de uma colina, na Quinta da Boa Vista, no Rio de Janeiro. À entrada do edifício, um hóspede ilustre aguarda os visitantes.[45] Trata-se de Bendegó, o segundo maior meteorito achado no Brasil até hoje.[46] Foi ele encontrado casualmente por um menino, filho de um vaqueiro, no século XVIII, no sertão da Bahia, e Dom Pedro II mandou trazê-lo à então capital federal em 1888.

Uma colisão famosa, conquanto de proporções bem maiores, ocorreu nos primórdios da formação do planeta. Ela se deu há 4,5 bilhões de anos. Foi quando um planeta do tamanho de Marte chocou-se contra a Terra, dando origem à Lua. Sorte nossa que ainda não existíamos, nem qualquer outra espécie de vida, mesmo na forma mais primitiva de archaea ou bactéria.

A maior extinção em massa por que a Terra já passou, conhecida como a mãe de todas as extinções, ocorreu há 251 milhões de anos e foi responsável pela extinção de noventa por cento de todas as espécies que viviam na Terra. Ela marca o fim do período permiano e início do triássico, época em que apareceram os primeiros dinossauros e mamíferos. A mais conhecida, contudo, é a extinção K-T, que pôs fim aos dinossauros não voadores. Ocorrida há 66 milhões de anos, é considerada a última das magnas extinções e é responsável pela nossa existência, na medida em que afastou dos pequeninos mamíferos a concorrência dos poderosos dinossauros terrestres.

A extinção do final do permiano arrasou noventa por cento das espécies da Terra. Estamos entre os dez por cento sobreviventes do holocausto. Alguns “anos” depois, no final da era dos dinossauros, outra catástrofe devastou metade das formas de vida do planeta, mas, nós, outra vez, estávamos na outra metade que escapou.

Isso é ou não é sorte? Ela, como as outras que lhe antecederam e como as que lhe sucederão (acredite, elas virão), foram (e continuarão a ser) obras do acaso. O mais perfeito episódio de azar (para alguns) e de sorte (para outros). Foi azar

para os grandes dinossauros, que pereceram e sorte para os pequenos mamíferos, que sobreviveram e se transformaram em nós.

As cinco grandes extinções em massa renovaram a vida na Terra e mudaram completamente a forma e a evolução das espécies. Trata-se de uma visão realista, embora não darwiniana, da evolução da vida na Terra, porque para Darwin a evolução constitui-se um processo lento e gradual. Como destacamos no livro *História da Vida*, na verdade, a evolução da vida na Terra ocorre tanto à la Darwin, em épocas de normalidade, digamos assim, quanto à la Gould[47], em épocas de crises, como a das grandes catástrofes. Os episódios de extinção são normalmente atribuíveis a mudanças no clima, à glaciação, erupções vulcânicas, tectônica de placas, quedas de meteoritos, alterações no nível dos oceanos e mudanças nos habitats. Nas palavras de Gould, "a história da vida não se desenvolveu de forma contínua; antes, é um registro interrompido por breves – às vezes instantâneos, em termos geológicos – episódios de extinção em massa seguidos de diversificação". Ele tem toda razão. "A disparidade máxima inicial e a posterior dizimação conferem o papel mais amplo possível à contingência, uma vez que a atual estrutura taxonômica da vida é mais o registro de um afortunado grupo de sobreviventes de uma dizimação ao acaso do que o resultado final de uma progressiva diversificação por aperfeiçoamento adaptativo", conclui com propriedade. Abaixo temos o que podemos estabelecer como a síntese de seu pensamento, coletada do livro *Vida Maravilhosa*, com a qual concordamos.

> • Extinções em massa possivelmente são resultado de alterações ambientais que se processam com tamanha velocidade e consequências tão drásticas que os organismos não conseguem ajustar-se por meio das pressões usuais da seleção natural. Assim, as extinções em massa podem interromper, desfazer ou redirecionar o que quer que se possa ter acumulado durante os tempos "normais" intermediários.
> • É quase desnecessário dizer que, se uma extinção em massa funcionar como uma verdadeira loteria, com cada grupo detendo um bilhete sem qualquer relação com suas virtudes anatômicas, fica provado o quanto a contingência é importante.
> • Precisamos considerar a ideia de que muitos grupos foram eliminados em virtude de algo muito parecido com a mera falta de sorte.
> • As extinções preservam ou aniquilam as espécies ao acaso.
> • Em tempos normais, os animais desenvolvem tamanhos, formas e fisiologias de acordo com a seleção natural e por razões específicas (geralmente envolvendo vantagens adaptativas). Depois vem uma extinção em massa, com "regras diferentes" de sobrevivência. Sob as novas formas,

seus melhores traços, a causa de sua prosperidade anterior, podem se transformar em sua sentença de morte. Um traço antes sem importância, que apenas pegou uma carona no processo evolutivo como consequência indireta de outra adaptação, talvez seja agora a chave da sobrevivência.

• As extinções em massa são eventos cataclísmicos raros, sobrepostos ao ciclo darwinista normal de variação e seleção. A evolução é um processo imprevisível no qual “o melhor” pode ser exterminado de repente por uma catástrofe.

• O romance da vida é a história de remoções maciças seguidas de diferenciação das poucas populações sobreviventes, e não a fábula convencional de uma caminhada segura em direção a uma excelência, complexidade e diversidade cada vez maiores.

• Provavelmente, devemos nossa existência a esse tipo de sorte.

Extinções menores também ocorrem na natureza. É a que aconteceu, por exemplo, com a megafauna brasileira, quando se extinguiram mamutes, preguiças gigantes e tigres dentes-de-sabre. Em humanos, é a que provocou o desaparecimento do *Homo erectus*, do homem de Neandertal e do homem de Denisova. Acusa-se o *Homo sapiens* de haver sido o principal responsável tanto pela extinção da megafauna, quanto pelo extermínio de seus contemporâneos hominídeos. A devastação dos bandos de caçadores-coletores que atravessaram o estreito de Bering por volta de dezessete mil anos atrás (15.000 a.C.) e se estabeleceram na América, e no Brasil em particular, foi muito grande, tanto da fauna, quanto da flora. E eles, diferentemente dos dias de hoje, não tinham a menor preocupação com o replantio das árvores arrancadas ou com a preservação das espécies ameaçadas de extinção.

A jornalista americana Elizabeth Kolbert, que ganhou o prêmio Pulitzer de 2015 pelo livro *A Sexta Extinção,* defende que estamos vivenciando no presente uma nova extinção em massa, desta vez provocada pela agressão do homem à natureza. O tema é polêmico. Não nos filiamos aos catastrofistas de ocasião. Talvez esteja em curso, paralelamente, um processo de reversão. Não conhecemos um estudo de quantas árvores são plantadas pelo homem por ano no planeta, mas talvez seja superior ao do que ele derruba. Está em pleno curso a substituição de carros a gasolina por carros elétricos. Leis de proteção à natureza estão sendo aplicadas. Órgãos ambientais estão atuando. Áreas de proteção foram criadas. Aumenta-se a conscientização das pessoas. Partidos políticos surgiram para defender a causa do verde. A sociedade civil organiza-se e se globaliza na luta pela preservação das espécies. Empresas estão também participando. ONG(s) são mais presentes e atuantes. A coleta de lixo é cada vez

mais seletiva. Ramos específicos do direito cuidam da matéria. De toda sorte, o ambientalismo é um tema que desperta paixões candentes. Talvez seja questão de tempo que a curva ascendente da proteção do homem à natureza iguale e venha depois a ultrapassar a curva que representa a agressão do homem ao ambiente. Kolbert confessa que o livro é sobre a escala da influência humana na natureza. Mas ela teria de confessar também que, tirante o último capítulo, sua ótica sempre fora registrar o lado negativo da intervenção do homem. Seu foco não se concentrou na contribuição positiva da humanidade na melhoria da qualidade de vida do planeta. A criação de projetos de preservação ambiental, como o Tamar, na Bahia, que cuida das tartarugas marinhas, o qual visitamos em 2014, mantém acesa a chama da esperança de vivermos em um mundo melhor. O avanço tecnológico, por outro lado, tem mais aspectos positivos do que negativos. Ele nos tem propiciado, em uma escala de tempo não imediatista, a diminuição da pobreza e da fome no mundo, a redução das doenças em humanos, plantas e nos outros animais, a possibilidade de aumento da consciência ambiental, na medida em que novas mídias e aparelhos virtuais se colocam à disposição da população a custos cada vez mais reduzidos.

Há também de se computar a estatística da recuperação da natureza por conta própria, variável difícil de encontrar nesses estudos. Um exemplo banal: ao mudarmos para um prédio em outro bairro da cidade, havia um campinho de areia em frente em que se jogava futebol. Passado algum tempo, o proprietário do terreno decidiu cercá-lo e o jogo acabou. Cinco anos depois, o que vemos na frente do prédio é uma minifloresta. A natureza construiu, por conta própria, no lugar do campo de futebol de terra batida, uma minifloresta, com árvores e muito verde, sem intervenção do homem, ou seja, ela se recuperou sozinha (e em pouco tempo), a ponto de ser pouco provável que nem o mais eminente especialista em meio ambiente pudesse adivinhar que a exuberante minifloresta que hoje existe no local um dia fora um deserto - um campo de pelada! Também, no mesmo bairro, perto de um shopping, havia, décadas atrás, uma salina, hoje desativada. No local da salina, existe o parque ecológico em que se pratica corrida (aquele em que sofremos o tombo). Enfim, um olhar retrospectivo sobre os últimos cem anos garante-nos que, mesmo com o aumento exponencial da população, vivemos mais e melhor que no passado. Essa a razão para não partilharmos de tanto pessimismo. Pelo menos parece que concordamos em um ponto com a jornalista. Afinal, é ela quem nos diz que “a razão pela qual este livro é escrito por um bípede peludo, e não escamoso, tem mais a ver com a desgraça dos dinossauros do que com qualquer virtude particular dos mamíferos”. [48]

No início do livro, formulamos as seguintes perguntas. Por que existimos? O

que estamos fazendo aqui? Acho que agora já podemos oferecer uma resposta provisória. Não existe “a explicação”, ou uma explicação fundamental para o homem. O homem é fruto do acaso, surgiu por conta do aleatório, do contingente, do imprevisível, do fortuito. Não era (nem é) um objetivo da natureza, nem um projeto divino. A sua existência não possui relevância cósmica, nem responde a um motivo. Não há (nunca houve) propósito em nossas vidas.[49] É por causa desse mesmo acaso (ou pela sucessão deles), que um dia foi responsável pela nossa existência, que podemos nos extinguir. Volte o filme até o início do pré-cambriano, exclua as extinções em massa da história da vida na Terra, e é bem provável que este livro não existisse, nem você o estivesse lendo.

Não somente na história natural o acaso exerce um papel fundamental e decisivo. Na história comum, podem-se encontrar inúmeros exemplos da força do acaso. Para ficar apenas em dois momentos cruciais. Dizem os historiadores que a Segunda Guerra Mundial foi consequência da primeira, na medida em que o Tratado de Versalhes, o “acordo” que pôs fim à I Guerra, levou a Alemanha a condições humilhantes e insuportáveis. Pois bem, não tivesse aquele “maluco” assassinado o arquiduque Francisco Fernando, não teria havido a I Guerra e, não havendo a primeira, a segunda não teria acontecido. Já na Segunda Grande Guerra, relata o historiador John Lukacs, se Hitler tivesse ordenado o ataque imediato, teria dizimado os ingleses no porto de Dunquerque e, provavelmente, vencido a guerra. Como ele fez vistas grossas para a fuga noturna, quem sabe almejando a uma conciliação futura com os ingleses, estes conseguiram escapar. No final, os ingleses se recompuseram e venceram a guerra.[50]


OPS, ESSA FOI POR POUCO!

A vida como ela é

> *De um começo tão simples, infinitas formas (de vida) de grande beleza evoluíram, e evoluem ainda.*
>
> DARWIN

> *Todos os organismos que conhecemos descendem de uma única forma singular de vida.*
>
> DOUGLAS FUTUYMA

> *A vida originou-se meio bilhão de anos depois da formação da Terra, talvez quatro bilhões de anos atrás.*
>
> NICK LANE

A vida manifestou-se pela primeira vez a partir de quatro bilhões de anos atrás, aproximadamente, por meio da forma de vida mais primitiva, Luca. A certeza de que houve um único ancestral de todas as formas de vida do planeta consiste no fato de que todas as espécies compartilham do mesmo código genético, que funciona da mesma forma. E ele é detalhado e complexo demais, tanto em estrutura quanto em funcionamento, para ter sido fabricado mais de uma vez. Não existe consenso, entretanto, sobre como isso ocorreu, nem, tampouco, o exato momento e o local em que Luca surgira, podendo seus componentes, inclusive, para alguns, terem sido forjados fora da Terra. Todavia, o modelo mais aceito para sua origem é ainda o do Mundo RNA, em que se preconiza que Luca foi uma modalidade de vida minúscula, uma espécie de molécula autorreplicadora, precursora do RNA atual.

Experimentos modernos conferiram impulso adicional aos defensores da Teoria do Mundo RNA para a origem da vida. Há dez anos trabalhando com essa hipótese em laboratório, a equipe de Sutherland, químico da Universidade de Cambridge, na Inglaterra, anunciou, em publicação na *Nature Chemistry* de 2015, que teve êxito em conseguir precursores de RNA a partir de moléculas simples primitivas, disponíveis na natureza, cianeto de hidrogênio (HCN), sulfeto de hidrogênio (H^2S) e luz ultravioleta (UV), uma esperança de finalmente descobrir a rota traçada no mundo RNA para dar origem à vida.[51]

A comunidade científica internacional é unânime em atestar que a vida foi-se “complexizando” com o passar do tempo. Após surgir como Luca, as formas de vida seguintes eram bastante simples, meros organismos unicelulares (procariontes parecidos com archaea e bactérias que vivem hoje), que, por sua

vez, evoluíram, ao longo do tempo (dois bilhões de anos, aproximadamente) para organismos unicelulares eucariontes.

A árvore da vida é dividida em três domínios: bactérias, archaea e eucariontes. As bactérias e as archaea são organismos unicelulares procariontes (sem núcleo). Em termos de aparência física (tamanho e forma), elas são quase indistinguíveis, embora incontáveis espécies de bactérias e archaea existam na Terra. O que as diferenciam são basicamente os genes e o mecanismo bioquímico interior, a ponto de os biólogos afirmarem que as bactérias são mais diferentes das archaea do que dos eucariontes. Os eucariontes, por sua vez, são organismos unicelulares ou pluricelulares com células nucleadas. Especula-se que o surgimento dos eucariontes ocorreu por meio de uma relação simbiótica, quando dois seres unicelulares procariontes, uma bactéria e uma archaea, fundiram-se em um só organismo. A bactéria invasora transformou-se em uma mitocôndria no interior da archaea, dando origem, assim, ao primeiro organismo unicelular eucarionte (célula nucleada). Assim, após fusionar-se com uma bactéria, a archaea hospedeira transformou-se na primeira célula eucariótica, evoluindo dentro dela as estruturas que a caracterizam hoje em dia. Enquanto isso, tanto bactérias quanto archaea continuaram suas rotas individuais, que quase não produziram mudanças em suas fisionomias, apesar de intensas alterações gênicas e bioquímicas que sofreram ao longo do tempo. Ou seja, parece que a fusão de uma bactéria com uma archaea, criando a primeira célula eucarionte, foi o que determinou a radiação das espécies eucarióticas em múltiplos reinos, os mais diversificados possíveis. É como se sobredita fusão fosse o mecanismo que eliminou a barreira impeditiva da explosão radiativa. E, como isso não ocorreu com as bactérias e as archaea que permaneceram isoladas, sem se fusionarem, elas continuaram sua rota evolutiva, mas impedidas de se diversificarem anatomicamente, apesar da diversificação tanto genética quanto de mecanismos bioquímicos interiores. A barreira foi forte o suficiente para impedir a diversificação dos organismos procariontes (bactérias e archaea), que praticamente não mudaram nos últimos quatro bilhões de anos em aparência física, embora o planeta Terra tenha passado por significativas alterações climáticas e ambientais, enfrentando, outrossim, períodos de extinção em massa desde o surgimento. De fato, morfologia complexa e diversificada é uma característica que distingue o domínio dos eucariontes. Veja, quando você (um animal) dirige-se a um restaurante japonês e pede um sushi, testemunha toda a diversificação e complexidade eucariótica existente na natureza, porque o sushi (alga) normalmente é servido acompanhado de pimentinha verde (planta), gengibre (planta) e arroz (planta), podendo ter pedaços de cogumelos (fungo). E, no seu intestino, pode residir uma ameba (protozoário), que vai comer o que

sobrou de sua refeição. Todos esses organismos citados acima são eucariontes (células nucleadas e recheadas de organelas). Eles são muito diferentes entre si e provam a radiação evolutiva que experimentaram, diferentemente do que ocorrera no mundo dos procariontes. Essa é a hipótese defendida pelo bioquímico da UCL – *University College London*, Nick Lane. Para ele, Luca é o ancestral comum de quatro bilhões de anos de bactérias e archaea. Bactérias e archaea[52], por sua vez, reinaram sozinhas na Terra por cerca de dois bilhões de anos, aproximadamente.[53] Nessa época, um evento fortuito, a fusão de uma bactéria com uma archaea, deu origem a Leca (Last Eukaryotic Common Ancestor), o ancestral comum de todos os organismos eucariontes.

Os eucariontes evoluíram, ao longo do tempo, para uma estonteante e complexa gama de organismos mais variados, de diversos tipos e formas, dos simples aos mais complexos. As bactérias e as archaea permaneceram misteriosamente quase inalteradas em morfologia e tamanho desde que surgiram há quase quatro bilhões de anos, apesar de terem se diversificado em termos de estrutura genética e mecanismos bioquímicos. Se não tivesse ocorrido esse acaso da união entre dois seres procariontes há bilhões de anos, é provável que a Terra fosse povoada hoje apenas por bactérias e archaea. Em outras palavras, somos, em última instância, fruto do encontro amoroso e inesperado entre duas “bactérias” ancestrais.

Luva

Luva é descendente de Luca. É o nome que estamos atribuindo ao mais antigo ancestral dos vertebrados[54]. Não se sabe ao certo quem foi ele, tem-se apenas a certeza de que existiu. Durante muito tempo, o nome dele foi Pikaia, mas hoje os cientistas já não estão mais tão certos de que tenha sido ele mesmo.[55] Provavelmente, leitor, você nunca ouviu falar desse bichinho estranho e esquisito, Pikaia. Não o culpo por isso. Ele não faz parte do currículo escolar, conquanto deveria! Aliás, bom se existisse uma disciplina própria na grade escolar sobre história natural, em que os estudantes seriam apresentados à História do Universo e da Vida na Terra. Seria um *mix* de ciência com história.[56] Isso até atenderia à diretriz estabelecida pelo Enem no sentido da interdisciplinaridade, na medida em que o estudo da história natural compreende várias disciplinas. Quem foi mesmo o Pikaia, supondo que ele seja o nosso Luva, e qual sua importância? Em primeiro lugar, gostaria de lembrar a você, leitor, que, infelizmente, o Pikaia já não mais está entre nós. Ele se foi. E isso já faz muito tempo. A última vez em que ele foi visto foi há aproximadamente quinhentos milhões de anos. Qual a sua importância? Basta dizer que sem ele (ou sem o Luva) você não existiria. Bom, acho que é o suficiente para que você se interesse em conhecer um pouco da sua história.

Pikaia é um animalzinho extinto que viveu no oceano durante o período cambriano (542-488 m.a.).[57] Ele media no máximo cinco centímetros e sua aparência lembra hoje uma mistura de um peixe com um verme. A importância do Pikaia[58] é que ele teria sido o ancestral comum de todos os cordados[59] vertebrados que existem no planeta Terra, nós entre eles. Isso significa que, se você, leitor, fosse um viajante do futuro, como se passou no filme *De Volta para o Futuro*, retornasse à Terra no período cambriano e matasse o grupo a que o Pikaia pertencia, teria assinado a própria sentença de morte e não estaria aqui lendo este livro! O fóssil do Pikaia foi descoberto em um sítio fossilífero na Colúmbia Britânica, uma das dez províncias do Canadá, nas Montanhas Rochosas, uma cordilheira com cerca de cinco mil quilômetros de extensão, que se inicia no norte do Canadá e vai até o sul dos Estados Unidos. Descoberto em 1909, pelo geólogo e paleontólogo americano Charles Walcott, o sítio é considerado por muitos como o mais importante do período cambriano[60], pois abriga uma das principais jazidas de fósseis do mundo e foi lá onde o próprio Walcott descobriu e descreveu o Pikaia em 1911. No mesmo ano, ele designou o sítio de Burgess Shale.[61] O local é conhecido pela qualidade da preservação de um grande número de fósseis do período cambriano.

O Cambriano é talvez o período geológico mais importante da história da vida na Terra por causa do fenômeno conhecido como Explosão Cambriana, o *Big Bang* evolucionário, quando ocorreu o aparecimento de diversos tipos e formas de animais, produzindo-se os primeiros representantes de todos os modernos filos. É nele que animais macroscópicos com carapaça dura aparecem pela primeira vez em abundância no registro fóssil. Na época de Burgess Shale, a vida era inteiramente composta por pequeninos seres, estranhos e minúsculos. Eles eram capazes de se manifestar por meio de variadas formas. Os pequeninos organismos obedeciam a diversos padrões de organização corporal. Stephen Jay Gould separou e classificou os organismos de lá em quatro tipos básicos. Ocorre que, segundo ele, apenas um desses grupos conseguiu escapar contingencialmente da extinção. Entretanto, se os outros grupos porventura tivessem sobrevivido e continuado a evoluir, é bem provável que nós, seres humanos, não existíssemos. O grupo que teria vingado seria justamente aquele ao que pertencia o Pikaia e ele pôde evoluir ao longo do tempo, transformando-se em diversas outras espécies de animais. Passando a fita da vida de volta, qualquer desvio no percurso, por menor que fosse, não haveria chegado ao caminho que levou até você. Isso quer dizer que poderíamos ter hoje um planeta dominado, por exemplo, por um grupo de animais com oito olhos, sem coluna vertebral e sem simetria bilateral, caso o grupo do Pikaia tivesse sido extinto! Em Burgess Shale, o que ocorreu foi que o subfilo dos vertebrados foi afortunado por um golpe de sorte, não se dizimou, resistiu, e o resultado somos nós.

Há cerca de 488 milhões de anos, no final do período cambriano, ocorreu o primeiro evento de extinção em massa da história da Terra. A grande maioria das espécies foi extinta ou drasticamente reduzida. Extinções em larga escala, como a que se sucedeu em Burgess Shale, têm mesmo esse poder de interferir nas regras naturais da seleção natural. São como um dique que se rompe em uma represa. As consequências são imprevisíveis. Se um determinado peixinho era favorecido, desenvolvia-se e procriava muito bem, por exemplo, o rompimento do dique poderia causar sua extinção, porém outro grupo de peixinhos mais resistente poderia sobreviver e passar a ser dominante. Esse caso serve para nos ensinar que: 1) a surpresa, o incontinente, o imprevisto, o acaso é uma regra da vida, uma lei da natureza; 2) dependendo da proporção, do volume e da intensidade, um acidente pode trazer consequências inesperadas à história; 3) a humanidade não controla ou domina o imponderável, que pode se revelar catastrófico e imprevisível (estamos por conta disso em nossas vidas); 4) a seleção natural opera mudanças nos organismos lenta e gradualmente, mas episódios externos, não controlados ou influenciados por ela, podem ocorrer.

As magnas extinções não guardam relação com as espécies que a seleção natural escolhera, privilegiara. Uma espécie poderia ter sido favorecida pela seleção natural e ter-se desenvolvido muito bem ao longo de gerações, atingindo uma espécie de platô ótimo ou satisfatório, em que a evolução se tornaria quase que estagnada para aquela espécie (como parece ocorrer hoje com a espécie humana), mas, de repente, o evento inesperado sobrevém. Esse infortúnio não está ligado à espécie eleita ou favorecida pela seleção natural. Não podemos simplesmente chegar e dizer: - Ei, espera aí, deixe-me separar este daqui! Afinal de contas, trabalhei tanto ao longo do tempo para chegar aonde eu cheguei, para atingir esse "progresso", para construir essa espécie "perfeita", muito superior às outras. Deixe-me escondê-la em algum canto para poder preservá-la. Não, a natureza não ouvirá essa voz. Ela não lhe perdoará, nem a poupará, pois não atende a súplicas, não aceita subornos, não responde a apelos, não respeita princípios, não presta homenagem à moral, não reverencia deuses, não se dobra à religião, não possui crenças, não escolhe conveniências. O evento ocorrerá sem atraso. Assim, essa espécie até então superior, o triunfo da natureza, orgulho da seleção natural, perecerá.

Torcemos para que não se suceda a propalada sexta extinção em massa, cujo homem seria o responsável. Diferentemente das catástrofes ambientais, como a queda de um asteroide na Terra, o homem é capaz de reverter o estrago e o impacto causado por sua atuação no meio ambiente. É difícil calibrar o *timing*, entretanto. Aparentemente, o homem, embora tardia e lentamente, iniciou esse processo. Precisa ajustar o ritmo, para que fique dentro de uma zona satisfatória, suficiente a impedir que ocorra a sexta extinção. Parece ainda haver esperança. Lembramos de quando éramos crianças. Havia muitos passarinhos presos a gaiolas nas casas em que visitávamos, para simples deleite de seus moradores. Hoje, ao adentrarmos às casas de amigos e parentes, não vislumbramos mais esse cenário. O costume de aprisionar pássaros em gaiolas, outrora muito comum, é coisa do passado. Mais três exemplos concretos, um da distante Mongólia e os outros do centro-oeste brasileiro:

1- Os cavalos mongóis constituem os únicos equinos selvagens ainda existentes no mundo. Todos os outros foram extintos pela ação humana. Nos anos sessenta, estavam praticamente extintos por causa da caça desenfreada e do uso do solo para a pecuária, sobrando apenas doze, que viviam em cativeiro. A partir daí, iniciou-se um esforço concentrado para tentar evitar a extinção. Ano passado (2015), já eram quinhentos vivendo livres, soltos nas estepes da Mongólia. "Mesmo tendo passado por um colapso demográfico extremo, a população parece estar se recompondo, e com diversidade genética. Isso cria esperança para outras espécies em situação similar", afirmou Ludovic Orlando,

coordenador do estudo e líder da equipe de preservação.[62]

2- Em viagem de férias a uma fazenda do pantanal brasileiro em julho de 2015, conhecemos um projeto de proteção da onça-pintada, ameaçada de extinção no Brasil. O projeto tenta conciliar desenvolvimento econômico, consistente na pecuária (criação de gado) e agricultura (plantação de arroz), com preservação ambiental (proteção das onças), procurando fomentar um ambiente de convívio tolerável entre a onça e o gado. O trabalho, desenvolvido por biólogos, com autorização do proprietário da fazenda, atende pelo sugestivo nome de Projeto Gadonça. É uma boa iniciativa na área do desenvolvimento sustentável e da preservação ambiental.

3- Próximo de Bonito, no Mato Grosso do Sul, existe a maior dolina da América Latina, o Buraco das Araras, que visitamos nessa mesma viagem. O nome é porque o local era um abrigo natural de araras que, com a degradação ambiental e a ocupação humana, acabou por afastar as aves. Nos anos setenta e oitenta, era utilizada como lixão e cemitério natural, até carcaças de carros sendo jogadas lá. O atual dono da fazenda restaurou o lugar e trouxe as araras de volta, de sorte que elas têm o local hoje como sendo novamente seu habitat. E o proprietário obtém lucro com os turistas que acorrem ao local para contemplá-las e admirá-las.

Os filhos de Luva

> *A origem do Homo sapiens deve ser encarada como uma circunstância irrepetível, e não uma consequência prevista. Os seres humanos estão aqui por um lance de sorte, não por causa da inevitabilidade da direção da vida ou do mecanismo evolutivo.*
>
> STEPHEN JAY GOULD

Paracelso, um famoso alquímico do final da Idade Média e início da Moderna, dizia que o sêmen humano abrigava um homúnculo, um ser humano em miniatura (como aquelas bonecas russas), na forma de um embrião. O feto humano, em seus primeiros estágios, não se assemelha, de forma alguma, a um homenzinho milimétrico. Ele se parece mesmo é com um embrião de peixe! Por quê? Por que nós, humanos, somos descendentes de um ancestral aquático similar ao peixe. Mas, nos séculos vindouros, muitos biólogos até respeitáveis continuaram aceitando a Teoria do Homúnculo!

Nós, humanos, somos animais possuidores de uma coluna vertebral, cujo topo é ocupado por um equipamento sofisticado e importante, o último guardião de misteriosos segredos que a ciência ainda está explorando, o cérebro, cuidadosamente protegido por uma fortificação óssea poderosa. Herdamos a coluna vertebral de mamíferos ancestrais, que, por sua vez, a adquiriram de anfíbios antigos, que herdaram de répteis primitivos. Estes últimos herdaram-na de peixes primitivos já se faz um longo tempo. Somos, portanto, em última instância, peixes pulmonados transformados. Com efeito, herdamos deles a espinha central, braços, pernas, mandíbulas, dentes, pulmões e o costume de se alimentar e respirar pela boca. É Jay Gould quem nos conta em detalhes esse episódio: “Os vertebrados terrestres puderam surgir graças apenas a um grupo relativamente pequeno de peixes, remotamente relacionado com o modelo padrão, que acabou desenvolvendo por suas próprias razões imediatas um membro dotado de um tipo radicalmente diferente de esqueleto, constituído por um forte eixo central perpendicular ao corpo e numerosas ramificações que se irradiam a partir desse ponto de convergência comum. Uma estrutura com esse *design* poderia se transformar num membro terrestre capaz de suportar peso, com o eixo central convertido nos grandes ossos de nossos braços e pernas e os ramos laterais formando os dedos. Uma nadadeira com essa estrutura não evoluiu porque sua flexibilidade futura iria permitir o aparecimento dos mamíferos (devido a sua maior capacidade de rotação, este membro pode ter proporcionado alguma vantagem aos peixes de fundo que usavam o substrato

como um auxílio à propulsão)”.[63] O *Eusthenopteron* é um dos candidatos a ser um dos peixes que evoluiu em direção aos primeiros anfíbios. Trata-se de um fóssil de 385 milhões de anos. Foi de um grupo provavelmente assemelhado a ele que evoluíram os primeiros tetrápodes, que desenvolveram as características que lhes permitiram dar os primeiros passos em direção à terra, sem que fosse um plano deliberado da natureza utilizar-se desses novos dotes para que surgissem os mamíferos no futuro. Esse foi um momento crucial na história da vida na Terra. Um dos passos mais marcantes e fundamentais na história do homem. O momento em que nossos antepassados aquáticos deixaram seu lar e se aventuraram rumo ao desconhecido e ao inesperado. Não sabíamos, naquele instante, o que estava por vir e o que nos reservaria o futuro. Com efeito, viver fora d’água representava um desafio e tanto e exigiu adaptações e inovações em forma e função dessas novas espécies. Essa foi, talvez, a última fronteira a ser desbravada pelos antecedentes da espécie humana (estou a desconsiderar a adaptação ao voo, tendo em vista que nossa espécie não possui asas nem voa). Mudança de tal magnitude só seria comparável se, de repente, a espécie humana evoluísse (e se transformasse) para habitar outros planetas do Sistema Solar. Assim, o desenvolvimento de nadadeiras capazes de suportar o próprio peso na terra representou uma transição fundamental na história da vida na Terra e em nossa própria história evolutiva.

Por mais raro que seja o encontro de fósseis antigos, alguns dos que foram encontrados demonstraram justamente essa transformação de peixes em anfíbios terrestres e depois em répteis. Em 2004, um grupo de paleontólogos assombrou o mundo ao revelar a descoberta de um fóssil no norte do Canadá. Tinha pouco mais de um metro e apresentava características comuns a peixes, como guelras, nadadeiras e escamas, e a tetrápodes, como pulmão, pescoço flexível e ossos nas nadadeiras capazes de sustentar o corpo fora d’água. Era um verdadeiro peixe com patas. Foi-lhe atribuído o nome de *Tiktaalik*, grande peixe de água doce, na linguagem dos esquimós locais. Paleontólogos acreditam que *Tiktaalik* é o ancestral de todas as espécies que conquistaram o meio terrestre. Esse “peixápode” (mistura de peixe com tetrápode) viveu há aproximadamente 375 milhões de anos em córregos, rios ou riachos de água doce. Há dois outros fósseis magníficos bem representativos dessa mudança, ambos de 365 milhões de anos: o *Ichthyostega*, um dos primeiros vertebrados terrestres conhecidos, um tetrápode básico descrito como um peixe de quatro patas, e, o *Acanthostega*, outro dos mais primitivos tetrápodes, um anfíbio ancestral.

De acordo com o zoólogo Keith Harrison, autor do livro *Você, o peixe que evoluiu*, da fase anfíbia herdamos um “pescoço flexível, cotovelos, joelhos, pulsos, calcanhares e cinco dedos nos pés e nas mãos”. Alguns desses anfíbios

evoluíram para vertebrados terrestres, os répteis. Os anfíbios (literalmente vida tanto na água quanto na terra) foram o primeiro grupo de animais vertebrados de quatro patas a evoluir. Após eles, vieram os répteis, mais adaptados à vida em terra firme. Ainda de acordo com Harrison, dos répteis herdamos uma "pele impermeável, sem escamas; uma região lombar, na espinha, destituída de costelas; cotovelos e joelhos que se curvam em direções opostas e tímpanos, além da etapa de transição para o sangue quente". Os mamíferos, por sua vez, evoluíram a partir dos répteis sinapsídeos. Segundo Harrison, deles herdamos o "sangue quente, pelos e cabelos, transpiração, mamas, testículos dependurados, a capacidade de girar ombros e quadris em sentidos opostos e de tocar os dedos dos pés. Também passamos a nos desenvolver no ventre materno e não mais dentro da casca de um ovo, num ninho, e mamar logo após o nascimento".

Com o passar do tempo, pelo mesmo processo de evolução pela seleção natural, que resultara anteriormente em tantos grupos de espécies distintas, chegou-se, finalmente, ao grupo de mamíferos de duas patas eretas, o *sapiens*. Assim como nossa ligação com as estrelas, também somos profundamente ligados a todas as outras espécies. De cada uma delas herdamos algo na natureza que nos faz sermos os humanos que somos. Devemos reverenciar nossa história cósmica e natural, pois foi ela que nos permitiu afinal. E o fato de nós existirmos não se relaciona apenas com a evolução. Tem a ver com sorte. Somos o resultado do que a evolução produziu sobre o descarte inesperado, o que restou do infortúnio. O acaso determinou nosso destino, mas, uma vez que o acaso fez seu trabalho, a evolução se encarregou do resto.

Isso não é mera especulação, é ciência. Veja o exemplo do Lystrosaurus. Uma consulta sobre essa figura na Wikipedia afirma que o "Lystrosaurus foi o animal mais abundante que já existiu. Pelo menos uma espécie (não identificada) deste gênero sobreviveu à extinção em massa do Permiano". Esse réptil sinapsídeo pesadão cosmopolita, um lento quadrúpede de pouco mais de um metro, não contava com nada de especial para sobreviver. Se pudéssemos retroagir para o momento precedente à extinção permiana, há 250 milhões de anos, e contratássemos um grupo de especialistas para que escrutinassem todos os animais e elegessem o que seria mais apto à sobrevivência da extinção prestes a ocorrer, com certeza o Lystrosaurus passaria despercebido. Não havia nada nele que chamasse a atenção a ponto de o distinguir como uma espécie superior, portadora de características mais aptas à sobrevivência. Todavia, ele sobreviveu!

Quando examinou o fóssil para uma entrevista em um documentário, Michael Benton, o aclamado paleontologista de vertebrados, foi direto ao ponto. "Eu tentei explicar que o Lystrosaurus era, de fato, um animal bem ordinário. Ele não possuía nenhuma qualidade especial de sobrevivente que faltasse nos outros

animais. Ele foi simplesmente um sortudo.”[64] E o sortudo prosperou! Apesar de não ser muita coisa, durante muito tempo dominou a cena. Foi o “rei da selva” por um longo período simplesmente porque não sobrevivera nada melhor do que ele.

A evolução não dá passes de mágica. Constrói lentamente estruturas em cima do que já existe à disposição. Não cria nada do nada. Faz aperfeiçoamentos no que já existe. São pequenas mudanças que surgem a partir de mutações aleatórias fixadas pela seleção natural para melhor sobrevivência e adaptação da espécie ao meio em que vive no momento, sem planejamento quanto ao futuro. O *design* anterior, portanto, representa muitas vezes uma barreira para que a evolução possa prosperar e seguir por um determinado caminho.

Assim, após o megadesastre do fim do permiano, a evolução pôde trabalhar com o que restou vivo. Tivemos a sorte do que sobrou ser o adequado para resultar em um ser humano, embora nem o mais reverenciado profeta pudesse adivinhar o futuro para prever o aparecimento de uma criatura como o *sapiens* à época. Hoje, anacronistas são cheios de explicações para ter ocorrido o que ocorreu, como se eles pudessem prever que aquilo tudo acontecera com o escopo único e exclusivo da criação humana futura. Entretanto, temos de reconhecer que, pelo ponto de vista antropocêntrico, a evolução fez um belo trabalho ao modelar e esculpir meticulosamente ao longo do tempo as espécies premiadas pela sobrevivência daquele apocalipse.

PARTE III

O Homem



Super-homem

> *Quando vejo todos os seres não como criações especiais, mas como os descendentes lineares de alguns poucos seres que viveram muito antes que a primeira camada do sistema cambriano fosse depositada, eles me dão a impressão de se tornarem mais nobres.*
>
> DARWIN

> *A espécie humana pertence ao reino animal e não está realmente acima, nem é muito distinta das outras espécies.*
>
> SEAN B.CARROLL

Apenas um vidro transparente nos separava do imponente e elegante Pinguim-imperador. A sala do reino dos pinguins no *SeaWorld*, em Orlando, é um ambiente frio para nós, humanos, mas imaginamos que, do ponto de vista dos pinguins, eles se sentem confortáveis porque, do outro lado do vidro, onde se abrigam, é muito mais congelante e eles se exibem bastante, divertindo-se, nadando e mergulhando para uma plateia encantada de turistas. As asas dessas aves perderam a finalidade para as quais foram projetadas (voar) quando ainda eram espécies ancestrais e hoje permanecem como estruturas vestigiais desviadas da função original, adaptadas que foram para outras funções, como a manutenção do equilíbrio do corpo e a proteção contra o frio. Além disso, a natureza, por meio do mecanismo da evolução pela seleção natural, produziu outras adaptações para manter o organismo aquecido, como uma camada de gordura abaixo da pele, que funciona como um isolante térmico.

Pinguins também se utilizam de outras estratégias contra temperaturas baixas, próprias da quadra invernosa, como se amontoarem juntos, revezando-se nas extremidades do bando por causa das rajadas de ventos cortantes, como exibido nas telas de cinema no documentário *A marcha dos pinguins*. Nem mesmo os esquimós do Círculo Polar Ártico, tão exímios quando o assunto é a caça do temível urso polar, conseguem enfrentar tão bem a severa estação quanto os pinguins. Para não morrerem de frio, têm de acender lareiras, cobrir-se de peles de animais e se abrigar em iglus. Talvez se abandonássemos humanos na Antártida ou na Groelândia, impedidos de se protegerem do frio, a maioria morreria. Quem sabe alguns escapassem por armazenarem no reservatório gênico alelos apropriados ao frio. Mutações aleatórias poderiam beneficiar sobreviventes com genes mais resistentes e poderia sobrevir algo parecido com o que ocorrera com mamutes, que desenvolveram pelagem para temperaturas mais

baixas. Várias gerações depois, poderia surgir uma população hominídea capaz de sobreviver, em condições naturais, ao frio do Alasca ou da Antártida. Se essa população permanecesse isolada dos demais humanos por milhares de gerações, quem sabe aparecesse uma nova espécie de hominídeo, incapaz de cruzar com os modernos *sapiens*.

Se você fizer raiva a um camelo, fique certo de que ele vai revidar, disparando uma cusparada em sua direção, pois é dessa maneira que reage quando se sente ameaçado. D. Pedro II atendeu à sugestão da Comissão Científica, mais tarde apelidada de Expedição Borboleta, quando autorizou a importação de camelos para o Brasil. O objetivo era encontrar um animal capaz de suportar o clima semiárido nordestino, enfrentando prolongados períodos de seca. Foi assim que catorze deles foram importados da Argélia, desembarcando no porto de Fortaleza em 1859, uma experiência que fracassou. Hoje, camelos são empregados no turismo nas dunas da praia de Genipabu, próximo a Natal. Esses bichos foram moldados pela seleção natural ao longo do tempo para enfrentarem a aridez do deserto. Com efeito, a evolução produziu adaptações anatômicas e fisiológicas nos camelos aptas a fazerem-nos sobreviver no deserto, um ambiente bastante inóspito para qualquer forma de vida. A corcova presta-se como depósito de gordura para ser consumida em período de escassez. Os grossos cílios protegem os olhos das tempestades de areia. Rins e intestinos são bastante eficientes na retenção de líquido, conseguindo acumular mais água no sangue e suportando melhor a desidratação que qualquer outro mamífero. E eles possuem um enorme "tanque de combustível", capaz de armazenar mais de cem litros d'água de uma só vez quando se reabastecem. Talvez se uma população de tribos nômades dos desertos, como os beduínos, por exemplo, vivesse em isolamento reprodutivo por sucessivas gerações, pudesse transformar-se em uma nova população da espécie hominídea, diferente da atual, com adaptações próprias contra o calor.

Possuímos um belo painel decorativo, consistente em uma formidável fotografia tirada pelo veículo não tripulado da Nasa, *Spirit*, em 2004, do desértico, amarronzado e pedregoso solo marciano. Se uma população de archaea, após ser transportada por uma nave, fosse despejada no local, talvez sobrevivessem alguns organismos mais resistentes e que se aclimatassem às condições extremamente frias e inóspitas do planeta vermelho. Décadas ou séculos depois, ao retornarmos ao local, poderíamos testemunhar a evolução de uma nova espécie de archaea, diferente das terráqueas, completamente adaptada a viver em outro planeta. Seria a primeira espécie extraterrestre, literalmente marciana, que conheceríamos desde que a vida surgiu na Terra.

Quando éramos crianças, sonhávamos em ser pesquisador da natureza. Imaginávamo-nos deitados, próximos a um lago, na África, observando os

animais. Gostávamos dos grandes mamíferos, como o leão, o tigre, a onça, o antílope, o gnu, a zebra, o búfalo, o leopardo, o guepardo, o hipopótamo, o rinoceronte, o elefante, a girafa. Havia duas coleções muito boas: *a fauna*, da Salvat, e *Os Bichos*, da Abril. Ambas descreviam as espécies e o comportamento dos animais, mas enquanto *a fauna* era composta por belíssimas fotografias, a coleção *Os Bichos* era feita de magníficas ilustrações coloridas. Os fascículos eram semanais e os adquiríamos nas bancas de revistas. Até hoje guardamos todos os cinco volumes encadernados de *Os Bichos*, e mais um volume adicional dos *Animais em Perigo*, bichos ameaçados de extinção. Foi lá que aprendemos que o animal mais rápido do mundo era o falcão peregrino, que em terra ninguém superava o guepardo e que, apesar de o leão ter a fama, o verdadeiro rei da selva era o Búfalo cafre.

Através dos séculos, sempre procuramos nos distinguir das outras espécies pela perfeição e superioridade. Acreditamos que somos dotados de características que nos tornam melhores do que os outros. Não há razão biológica para nos fiarmos nisso, entretanto. Não somos a maior espécie que habita a Terra. A maior é a baleia-azul. Vivemos menos do que algumas espécies de árvores, tartarugas, moluscos, tubarões e baleias. Onças saltam mais alto e antílopes mais longe. Uma mera pulga faria você passar vergonha em uma competição, haja vista saltar 350 vezes mais alto do que a própria altura. Aves de rapina enxergam melhor do que humanos de dia e corujas à noite. Uma cascavel consegue enxergar o calor (radiação infravermelha) que irradia dos poros da presa na escuridão noturna. Há uma espécie de camarão capaz de enxergar em muito mais cores do que somos capazes. Coelhos possuem visão panorâmica de 360 graus, muito superior à nossa. Guepardos correm mais do que o recordista mundial dos cem metros rasos. Considerando o tamanho, formigas e besouros são bem mais fortes do que a gente. Existe uma espécie, o besouro-rinoceronte, capaz de levantar até 850 vezes o peso do próprio corpo.

Se o homem quebra-nozes, extinto há pouco mais de um milhão de anos, ressuscitasse, perderia feio para a hiena em uma competição de quem seria capaz de mastigar mais forte. A hiena na verdade o humilharia, pois iria sobrepujá-lo em até seis vezes. Humanos atuais são em média quatro vezes mais altos e mais pesados que Pit bulls, porém essa raça de cães é capaz de superá-los em até quatro vezes no quesito força da mordida. Nessas dentadas, os campeões da natureza são jacarés e crocodilos, à frente de ursos, leões, tigres, onças, gorilas, hipopótamos e tubarões.

A aranha consegue produzir um fio mais resistente proporcionalmente que o aço. Calangos escalam muros, subindo na vertical. Morcegos, mariposas, pombos, corujas, elefantes, cães, golfinhos, gatos, onças, cavalos, vacas e lobos

são dotados de ouvidos melhores que humanos, alguns para sons abaixo da capacidade humana (infrassônicos), outros acima (ultrassônicos). Um rato possui o olfato muito melhor que o nosso (além dele, elefantes, vacas, gambás, sapos, tubarões, ursos, cavalos, porcos e cachorros). Pombos possuem uma bússola embutida e conseguem se orientar pelo campo magnético da Terra sem o auxílio de instrumentos exteriores de navegação. Tubarões detectam pequenos campos elétricos irradiados das presas. Golfinhos e baleias possuem sonares embutidos. Toupeiras e focas têm o tato mais refinado do que nós. Minhocas e bagres mostram paladar mais apurado que o nosso. Algumas espécies de serpentes, peixes, aranhas, escorpiões e rãs possuem órgãos internos funcionando como máquinas de defesas químicas, fabricando veneno que, quando inoculado no inimigo, pode ser fatal. Humanos não dispõem desse arsenal de autodefesa, contando com a ajuda externa de facas, foices, lanças, punhais, espadas e balas para introjetarem nos desafetos.

Alguns organismos invisíveis a olho nu são muito melhores em suportar ambientes inóspitos, onde predominam temperatura, pressão e acidez extremas. O recordista mundial de altas temperaturas é um minúsculo micro-organismo, primo da bactéria, uma archaea que gosta de morar no mar profundo, onde vive confortavelmente, suportando pressão que nos explodiria e temperaturas que podem chegar a mais de cem graus. Há um animalzinho microscópico, parente da formiga e da aranha, que existe há cerca de quinhentos milhões de anos, de aparência esquisita (com oito pernas e várias garras), cujo nome é tardígrado. O tardígrado é, provavelmente, o animal mais resistente do planeta. Consegue sobreviver a temperaturas extremas, próximas ao zero absoluto (-273 graus) ou superiores a 150 graus Celsius, por meio de um mecanismo de hibernação que faz quase zerar o metabolismo e retirar quase toda a água do corpo. Os tardígrados são duros de matar, capazes de sobreviver em praticamente qualquer ambiente da Terra. Em 2015, publicou-se um artigo na revista *Proceedings of the National Academy of Sciences* apontando o tardígrado, esse minúsculo invertebrado marinho, popularmente conhecido como urso d’água, como o único organismo multicelular da Terra com a capacidade de viver e se reproduzir no espaço.

Se mergulharmos em mecanismos bioquímicos, também verificaremos que perdemos para muitas outras espécies. Por exemplo, a maioria dos mamíferos consegue sintetizar vitamina C no interior do próprio corpo, mas o homem necessita obtê-la exteriormente, por meio da ingestão de alimentos, sobretudo de frutas cítricas. Se funcionasse como os outros, não teria morrido às centenas nas longas travessias oceânicas da época dos grandes descobrimentos, vitimado que foi pelo escorbuto.

A maior ave viva do mundo, o avestruz, tem asa, mas não a utiliza para voar (é uma estrutura vestigial herdada de aves ancestrais voadoras). Em compensação, corre a 70 Km/h durante trinta minutos, enquanto os melhores corredores quenianos só conseguem a pouco mais de 20Km/h. Outras aves, como os patos, detêm a habilidade de dormir com metade do cérebro desligada, enquanto a outra permanece alerta. A língua do tamanduá é muito maior que a nossa. Também perdemos para o camaleão nesse quesito. Alguns peixes dão choques elétricos em presas e inimigos, enquanto nós só conseguimos dar sustos. Algumas espécies de bactérias são capazes de gerar corrente elétrica. Para voar a uma altitude de onze quilômetros, só mesmo de avião, mas existe uma espécie de abutre africano que é especialista nisso.

Há algumas espécies de moscas, cujos machos fabricam uma substância química antiafrodisíaca, que injetam nas fêmeas junto ao esperma, deixando-as sem vontade de copular por vários dias (se nós fôssemos capazes de produzir essa substância, seria uma garantia contra a infidelidade feminina). E para os machões, saiba que seu pênis não chega nem perto do de um elefante ou do hipopótamo. Em termos proporcionais, você também fica muito atrás, porque há uma espécie de molusco, a lesma-banana, cujo pênis é cinco vezes maior do que o próprio corpo. Existe um grilo cujos testículos enormes alcançam catorze por cento de seu peso! E se você faz o tipo que se orgulha pela virilidade, saiba que o leão consegue copular mais de cem vezes em um único dia. E um porco consegue experimentar um orgasmo muito mais demorado do que o homem. Nesse aspecto, o jabuti satisfaz muito mais a parceira do que você, pois tem orgasmo por quase uma hora. Há uma espécie de animal marinho, o peixe-bruxa, que pode trocar de sexo de ano em ano. Algumas minhocas produzem tanto espermatozoides quanto óvulos. Muitos animais geram filhos sozinhos, sem ajuda de parceiros. Nesse quesito, há um bem curioso, o pulgão, um inseto conhecido como piolho-de-planta, que ora se reproduz assexuadamente, ora somente com a ajuda de um parceiro de outro sexo. Isso também acontece com a pulga-d’água. Tanto pulgões quanto pulgas-d’água costumam reproduzir-se assexuadamente quando as condições ambientais são relativamente boas e estáveis para eles. Quando estão à frente de condições desfavoráveis e instáveis, mudam para a reprodução sexuada. Isso tem explicação do ponto de vista evolutivo e consiste no fato de que a reprodução sexuada confere maior diversidade no *pool* (reservatório) gênico por causa da mistura dos gametas masculino e feminino na fertilização. Portanto, para a maior sobrevivência e reprodução da espécie diante de condições mais desfavoráveis, a reprodução sexuada, que garante maior diversidade genética, é a mais apropriada.

Tudo isso serve de alerta para nos conscientizarmos de que não somos uma

espécie superior às demais. Mesmo entre nós, *sapiens*, costumamos adotar padrões culturais para nos distinguir: poder, riqueza, símbolos, *status*, títulos, honrarias, postos, fama, cultura, habilidade e beleza são freneticamente buscados para que possamos nos distinguir dos demais.

Hitler, alimentado pela ilusão da existência de raças superiores, detestaria saber disso. A "raça" ariana não tem nada de superior, muito menos de incomum com a judia, que tanto perseguiu, massacrou e aniquilou, em sua paranoica perversão. Nós, alemães, israelitas, árabes, brasileiros, argentinos, japoneses, chineses, americanos, ingleses e franceses, tivemos a mesma origem. Somos todos macacos pensantes, que nasceram e se criaram em diferentes regiões do planeta. É como diz a Bíblia, somos todos irmãos. Hitler e um rato são bem parecidos, pois possuem praticamente as mesmas quantidades e tipos de genes (cerca de 25 mil cada um). E tanto o outrora poderoso e megalomaníaco Hitler quanto o bondoso e inofensivo ratinho empregam o mesmo material (DNA) para armazenar a informação genética que é transcrita sob a forma de RNA e traduzida em sequências de aminoácidos que se juntam para formar proteínas.

Napoleão foi outro que se julgou o dono do mundo. Se lhe dissessem, entretanto, que era parente próximo ao chimpanzé, aliás, mais aparentado ao chimpanzé do que este ao gorila, provavelmente o interlocutor seria encarcerado, porém, como a natureza não incorpora reivindicações de caráter moral, pôde-se produzir seres como Hitler e Napoleão. Tanto Hitler quanto Napoleão sofriam do complexo de superman, mas, em termos de "maldade", Hitler, que comandou o extermínio dos judeus, foi muito pior. Além disso, Napoleão deixou um legado histórico e cultural para a França, o que não ocorreu com Hitler.


O QUE É QUE TÁ OLHANDO? PERDEU ALGUMA COISA?
ELE PENSA QUE É IMPORTANTE ...



No início de 1981, tínhamos onze anos e adorávamos super-heróis, especialmente o Capitão América, o Super-Homem, o Batman e o Homem Aranha. Gostávamos tanto que criamos os nossos, o Homem Luz, o Estrela Azul e um que, embora não fosse propriamente um super-herói, era uma fofura, o Laranjito. Admirávamos os superpoderes de que eram dotados e imaginávamos um dia possuir alguns deles. A visão de raios X do Super-Homem sempre foi um sonho. Raios X são ondas eletromagnéticas, assim como as ondas de luz, contudo, diferentemente destas últimas, são invisíveis para olhos humanos e, ao que se sabe, para qualquer ser vivo até o momento. Foram detectados pela primeira vez pelo físico alemão Röntgen, em 1895, dizem com até certa dose de sorte, sendo-lhes nominados dessa forma porque não se sabia àquela época de que tipo de radiação se estava diante, uma alusão, assim, à notação matemática "x", atribuída para um número desconhecido. Nossa vista não consegue alcançá-los, porque estão concentrados em uma determinada faixa de frequência de comprimentos de ondas tão minúscula, que se tornam inatingíveis pelo olho humano. Todavia, se existisse demanda no mercado para tal artefato, não demoraria para que uma empresa de tecnologia de ponta comercializasse uns óculos portáteis, estilo Clark Kent, com capacidade para enxergar essa forma oculta de radiação.

O ciborgue mais famoso do mundo é o fisiculturista, ex-Mister Universo, Arnold Schwarzenegger, o Exterminador do Futuro, que já foi Conan, o Bárbaro. Depois dele veio o futurístico RoboCop, cujo filme estreou no Brasil em 1987. Na década de setenta, porém, apreciávamos o *Homem de Seis Milhões de Dólares*, uma série televisiva interpretada pelo personagem Steve Austin, um ex-astronauta que sofrera um acidente aéreo, seguido por uma cirurgia de seis milhões de dólares que lhe implantou braço e pernas biônicos e um olho com capacidade de aumentar o zoom, como um binóculo, e de enxergar no escuro.

Humanos enxergam mal com pouca iluminação, mas gatos, cachorros, veados, raposas e até guaxinins possuem uma espécie de amplificador de luz embutido e são capazes de enxergar bem melhor que nós no escuro. Também acompanhávamos *A Mulher Biônica*, uma tenista apaixonada por esportes, que sofrera uma queda de paraquedas, mas sobreviveu à morte por meio de uma terapia de criogenia. A cirurgia dotou-a de um ouvido biônico, capaz de escutar a longas distâncias. Quando nosso filho nasceu, disseram-nos que nunca ouviria. Eram sequelas deixadas por dois acidentes vasculares cerebrais, isquêmico e hemorrágico, que sofrera ao nascer. Fomos aconselhados a levá-lo para um centro mais avançado, que implantava ouvidos biônicos, na cidade de Bauru. Foram feitos vários testes e exames e, por último, uma consulta com o médico especialista, que nos confidenciou não saber qual a melhor opção a seguir

naquele momento, se cirúrgica ou a espera pela evolução natural do quadro clínico. Optamos por aguardar, embora cientes da advertência médica de que, nesses casos, quanto mais cedo a cirurgia, melhores os resultados. O critério adotado para a tomada de decisão foi meramente intuitivo. Hoje, mais de uma década depois, somos certos de que tomamos a decisão correta, porque o menino se comunica bastante bem, apesar de outras limitações.

A ideia de colocar o homem como um ser superior às demais espécies, como se ocupasse o cume de uma montanha, é bastante antiga e remonta à tradição dos filósofos gregos, desde Aristóteles. No século XVIII, a *scala naturae* (escala da natureza), ou a grande cadeia do ser, esteve muito em voga, com adeptos de peso, como Buffon, Lineu e Lamarck. Ela consiste em classificar os seres vivos como se formassem uma escada com degraus hierarquicamente sobrepostos, que iam dos mais simples (seres inferiores), subindo até o mais complexo (ser superior), evidentemente, o homem, que só perderia nessa escala para os seres sobrenaturais, como os deuses e anjos. Esse conceito antigo não faz sentido à luz da moderna biologia e, apesar de muitos de nós ainda nos vermos como a forma mais elevada e superior de vida, a lição que fica é a de humildade, afinal, Darwin nos ensinou que deveríamos trocar o *status* de imagem de Deus pelo de meros macacos pelados que adotaram a postura ereta.

O melhor amigo do homem

Quase toda criança adora cachorro. Nosso primeiro contato com o mundo animal normalmente ocorre por meio deles. Em nossa infância, havia um na casa da vovó. Chamava-se Lola. Quando indagada sobre a raça, vovó avisava que era uma mistura, nossa conhecida "pé-duro". A pé-duro mais dócil e inteligente que conhecemos. Certo dia, Lola teve uma ninhada de cerca de sete ou oito filhotes. Colocamos todos em uma bacia e decidimos (eu e meu irmão) que o primeiro que conseguisse sair seria o escolhido. Foi assim que Lulu Trapalhão tornou-se nosso primeiro cachorro. Ele era marronzinho e muito esperto. Depois dele, tivemos o Bandit. Bandit era um cachorro da raça pequinês. Muito valente, costumava fugir de casa para matar galinhas quando o portão estava aberto, arrancando seus rabos. Papai teve de pagar por várias galinhas mortas no bairro em que morávamos. Bandit também possuía outro hábito. Ele não gostava de cadelas! Sentia prazer em uma relação com parceiros do mesmo sexo, assumindo, nesses momentos de raro júbilo, a posição de sujeito passivo. Na carência de outros cães pelo bairro, quem o cobria era o próprio Trapalhão.

Adorávamos ir à casa da vovó. Ela nos tratava com muito carinho e sempre preparava bolinhos deliciosos. Os bolinhos da vovó eram feitos no formato dos animais que pedíamos. Comíamos cobras, cavalinhos e até cachorrinhos. Às vezes ela os fazia no formato de rostinhos também. A única coisa de que não gostávamos era que ela morava em frente a uma fábrica e nos diziam que lá os cachorrinhos eram sacrificados e viravam sabão. Nunca soubemos se aquela estória era mesmo verdadeira. Hoje dividimos o lar com duas cadelas: Mile e Mole. Mile, da raça Schnauzer, é uma donzela muito educada; e Mole, uma Yorkshire, é uma pixotinha muito sapeca.

Apesar de o animal mais próximo do homem ser o chimpanzé, cujos genes são comuns em 99%, não é o de que o homem mais gosta. Homem gosta mesmo é de cães. Há mais cachorro do que criança no Brasil! E a média de gastos com eles é alta, algo em torno de R$ 3.500,00 por ano. Com efeito, em pesquisa inédita realizada pelo IBGE em 2013 e divulgada em 2015[65], descobrimos que temos mais de 52 milhões de cães, enquanto existem apenas pouco mais de 45 milhões de crianças com até catorze anos no Brasil. Em termos percentuais, significa que 44% dos lares brasileiros contam com pelo menos um cachorro, enquanto 36% vivem com pelo menos uma criança, e a tendência é de aumentar cada vez mais a diferença.

O ano de 1957 foi marcado pelo início da corrida espacial, com a disputa travada entre Estados Unidos e União Soviética, símbolo da Guerra Fria. Os

russos saíram na frente com o programa espacial soviético, que pôs em órbita da Terra o primeiro satélite artificial, o Sputinik. Naquele mesmo ano, nosso amigo cão ajudou a consolidar a dianteira soviética, com o lançamento da espaçonave Sputnik 2, levando a bordo a cadela Laika, o primeiro ser vivo a orbitar o planeta. Mais tarde, em 1961, o cosmonauta russo Iuri Gagarin consagrou-se como o primeiro homem a ir ao espaço, a bordo da espaçonave Vostok 1, proferindo a frase que entraria para a história: “A Terra é azul”!

O cão ainda ajudaria a humanidade na descoberta da causa da diabetes. Em 1889, o médico lituano Oskar Minkowski, enquanto pesquisava outro assunto, decidiu remover o pâncreas de um cachorro. Após a operação, percebeu-se que moscas pousavam na urina do animal. Constatou-se, então, que o líquido era adocicado, podendo-se deduzir, posteriormente, que, de alguma forma, o órgão retirado do cachorro estava ligado à diabetes, que causa o aumento da glicose no sangue e na urina por causa da deficiência na produção do hormônio insulina pelo pâncreas, responsável pela redução da taxa de açúcar sanguíneo.

Não só no Brasil, mas em todo o mundo nenhum outro animal se afeiçoou tanto ao homem quanto o cão, o primeiro animal domesticado. Os cães são descendentes dos lobos e o processo de domesticação deles se iniciou na pré-história, quando o homem era um caçador-coletor e os lobos aproximaram-se de humanos em busca de alimentos. Os mais mansos foram ficando e o homem acabou selecionando os filhotes mais dóceis para companhia. Através do tempo, o processo contínuo de escolha dos mansos e pacíficos e afastamento dos ferozes (seleção artificial) acabou por transformar lobos primitivos em cães domésticos. Era o início de uma amizade que atravessaria diversos períodos históricos. Hoje, temos cão para todo gosto! Desde o enorme, desastrado e infantil Labrador, famoso no cinema pelo filme *Marley e Eu*, até o pequenino Yorkshire. Do feroz Pit bull à donzela Poodle. Como Marley, muitos ficaram famosos. Talvez o mais célebre de todos seja o Pastor Alemão Rin-Tin-Tin, seguido de perto pela Lassie, uma Collie. Também não podemos esquecer dos 101 Dálmatas e do Dogue Alemão Scooby-Doo. Todos esses cães são, em última instância, descendentes de um único lobo ancestral comum. Eles são, portanto, lobos modificados. A diversificação das raças caninas ocorreu ao longo do tempo, quando o homem passou a promover cruzamento seletivo entre eles visando à predominância das características desejadas, por exemplo, cães para caça, para o pastoreio, cães de guarda, cães policiais, cães mais dóceis e carinhosos, cães que gostam de crianças, cães para guiar deficientes visuais, para puxar trenós na neve... Daí que hoje as raças são bastante diferentes, existindo cães de vários tipos e tamanhos. Isso não aconteceu com o *sapiens*, mas poderia ter ocorrido. Com efeito, biologicamente, é perfeitamente possível, pelo processo de seleção artificial,

promover cruzamentos seletivos entre humanos, buscando a predominância de determinadas características. Teríamos, então, “raças” humanas tão diversificadas quanto as que existem em cães. Em humanos já existiu, mas não pelo processo de seleção artificial, e sim por meio do mecanismo da seleção natural. A seleção natural produziu no passado tipos diversos de hominídeos, mas só recentemente descobrimos que não estivemos sozinhos durante a maior parte de nossa existência!

Homens, moscas e ratos

Lembranças infantis das moscas não costumam ser muito prazerosas. Quando estou diante delas, principalmente quando pousam na comida, o sentimento que tenho em relação a elas é de repulsa, beirando a nojo (diferente das baratas, de que tenho raiva, e dos ratos, dos quais tenho medo). Não deveria ser assim. Por que não temos esse mesmo sentimento em relação a formigas? Será porque moscas caem no leite e estragam a refeição? O curioso é que associamos moscas e baratas a doenças, mas não o fazemos em relação a formigas, embora formigas possam ser tão “porcas” quanto moscas.

Se fôssemos eleger dois animais mais utilizados e importantes para pesquisas e experimentos de laboratório, que ajudaram o homem a melhorar a saúde e a qualidade de vida ao longo do tempo, sem dúvida elegeríamos a mosca e o ratinho (e o Hitler, tão arrogante com ele)!

A mosca, o rato e o homem são animais bilatérios. Isso significa que os três são portadores de simetria bilateral, isto é, são dotados de dois lados simétricos (direito e esquerdo). O ancestral comum mais recente entre todos os bilatérios (incluindo nossos três personagens) viveu no período ediacarano, há seiscentos milhões de anos. Vimos que um dos alicerces da Teoria da Evolução consiste na herança genética comum, baseada na presença do mesmo material genético codificado nos organismos. No caso desses três, os genes responsáveis pelo mecanismo da bilateralidade são os mesmos. Assim, se você substituir esses genes específicos de um e colocar no outro, ele exercerá a mesma função, como se estivesse no organismo do qual fora retirado. É uma experiência fabulosa, reveladora de toda a beleza escondida na natureza, que demonstra a profunda conexão que existe entre todas as espécies.

Os ratinhos de laboratório são os animais mais amplamente utilizados para experimentos científicos, desde testes de novas drogas até suplementos alimentares. As moscas, por sua vez, são usadas em experimentos genéticos. O mito da herança dos caracteres adquiridos foi demolido quando August Weismann cortou o rabo de ratos e observou que os filhotes nasciam com rabo. O cromossomo como o local em que se encontra o gene foi descoberto quando Thomas Hunt Morgan fazia estudos genéticos com moscas.

Avançam as pesquisas de mecanismos de hibernação. Especula-se que ela possa ser útil em medicina para tratar de pacientes graves. Permitiria mais tempo à recuperação do paciente, aumentando a possibilidade de cura no futuro, com a prescrição do tratamento adequado. Esse é o trabalho de Mark Roth, um bioquímico americano, professor da Universidade de Washington. O campo de

pesquisa é a hibernação em mamíferos, incluindo aí os humanos. Não é ficção científica. Ele conseguiu fazer com que um ratinho entrasse em estágio de hibernação por seis horas, com animação suspensa, por meio da inalação de sulfeto de hidrogênio, e depois o fez retornar à vida. O pequeno animal esteve em um estágio intermediário entre a vida e a não vida. Além da hibernação por indução química, também se utiliza o método de hipotermia. Em 2006, um japonês de 35 anos perdeu-se dos companheiros quando escalava a montanha Rokko, no Japão. Permaneceu adormecido por 24 dias no frio, sem comida nem água, em estado semelhante à hibernação por hipotermia. O caso animou os cientistas que trabalham na área. Foram feitas algumas experiências com cães com sucesso, mas alguns deles tiveram danos cerebrais significativos. A pesquisa continua.

Não deveríamos ter tanto asco assim dos ratos. Eles são bastante próximos de nós geneticamente falando. O ancestral comum mais recente entre todos os mamíferos placentários, que viveu na época da queda do meteoro que arrasou com os dinossauros há 66 milhões de anos, aparenta-se a um ratinho de hoje em dia, o mesmo que foi tratado por Hitler de modo arrogante e preconceituoso.

Até que Walt Disney tentou minimizar a situação dos ratinhos, criando aquele personagem adorável e magnífico, o Mickey Mouse. Essas são lembranças saborosíssimas, as da infância, associadas aos desenhos animados e às revistinhas em quadrinhos (Pateta, Pato Donald, Tio Patinhas, Zé Carioca), não só da Disney, quanto as personagens do Maurício de Sousa (Mônica, Cebolinha, Cascão, Chico Bento), além dos inesquecíveis desenhos e filmes de Hanna-Barbera (Os Herculóides, Superamigos, Shazzan, Jonny Quest, Zé Colmeia, Manda-Chuva, Scooby-doo). Pois bem, nem Disney foi capaz de salvar a imagem de terror e asco que sentimos ao estarmos diante de uma ratazana, principalmente aquelas que saem dos esgotos. Por isso que nós, talvez covardemente, façamos armadinhas para matá-las (ratoeiras eram comuns na casa de nosso avô). E a imagem do mal se incorporou definitivamente aos ratos. Quando, em política, associamos um deputado, senador ou ministro à apropriação indevida de dinheiro público, costumamos dizer, além do tradicional, – Isso é um ladrão, o – Esse homem é um rato. Costumeiramente, na vida real, como no desenho animado Tom & Jerry, o político desonesto, o rato, é muitas vezes um espertalhão. É difícil pegá-lo com a boca na botija. Melhor seria chamá-lo, então, de Dick Vigarista, que, com trapaças e ajuda do comparsa Muttley, sempre queria ganhar a Corrida Maluca, mas nunca se dava bem, até se regenerar um pouco na Esquadrilha Abutre, nome bem mais apropriado para descrever o político desonesto.

Assembleia de macacos: o destino de um líder que se torna arrogante demais

Penso, logo existo.

René Descartes

Ele foi encontrado pela manhã, agonizando sentado em uma poça de sangue. Na noite anterior, dois aliados se juntaram e aplicaram-lhe uma violenta surra. Ainda se esvaía em sangue quando o socorro chegou. Com requintes de crueldade, arrancaram-lhe os dedos dos pés e das mãos. Caparam-no e jogaram fora os testículos. Levado às pressas à sala de cirurgia, não conseguiu retornar da anestesia. O assassinato covarde era o resultado de uma longa disputa pelo poder. Os dois se juntaram porque sabiam que, em um combate mano a mano, levariam a pior, pois a vítima era muito mais forte do que eles e já havia provado isso em ocasiões anteriores. O ato cruel tramado pela dupla, além de ser a culminância de uma vingança, representava a tomada de poder. Era chegada a hora da desforra. Isso porque a dupla de assassinos covardes houvera visto o poder ser arrebatado antes justamente por aquele que agora ela trucidava sem piedade. Dali em diante, eram eles que estariam no comando. Mas havia um problema. Só um poderia mandar, ser o macho alfa, porque os comandados não aceitavam o duplo comando. Então, eles fizeram uma coalização. O mais forte fisicamente seria o chefe, e o outro, o articulador, atuaria nos bastidores. Essa coalização já havia funcionado no passado, mas agora eles pareciam não estar mais dispostos a cometer os mesmos erros. No passado, haviam perdido o poder quando o macho alfa assumiu o comando do grupo. Isso porque ele era muito arrogante e passou a desprezar e isolar o companheiro mais velho e mais experiente. O comando do bando dependia de coalizões e acordos, porque os comandados poderiam se juntar, rebelar-se e derrubar o chefe. A aliança entre eles se tinha mostrado fundamental para o projeto de poder da dupla. Enquanto um era mais forte, mais novo, mais enérgico, mais disposto, mais decidido; o outro, apesar de mais velho e fraco fisicamente, era mais inteligente, mais articulador, mais político, mais cerebral, mais maquiavélico, atuando com muito mais influência nos bastidores. Enquanto um carregava a força e era temido por isso, o outro ostentava o poder. Era a aliança perfeita. Até que o mais novo, talvez deslumbrado pela posição recém-conquistada, parece que se esquecera do aliado que o fizera chegar aonde chegou. Passou a desprezá-lo e a menosprezar os conselhos. Então, os dois acabaram por desfazer a aliança. Foi aí que se abriu uma brecha na coalização, oportunidade que não foi perdida pelo terceiro que

assumiu o poder após violenta disputa. Foi a partir desse momento que a dupla percebeu o grande equívoco. Eles não poderiam jamais se ter afastado um do outro. Afinal, manter-se no poder é sempre muito difícil. Além de provar ser forte, tem de fazer muita política para que não haja uma rebelião de insatisfeitos, para que minorias não consigam manipular maiorias para satisfazer a sede de poder ou de vingança. Era isso que estava em jogo quando, juntos, decidiram açoitar até a morte o macho alfa, o chimpanzé que estava no comando até então. É isso mesmo que você acabou de ler. Pensavam que estivéssemos a "falar" de humanos, talvez em uma disputa pelo comando de uma facção no Rio de Janeiro ou das disputas pelo poder em Brasília? Não, estávamos a contar uma estória verdadeira, que se passou em um zoológico, na Holanda, e nos foi narrada pelo sujeito que dedicou (e ainda dedica) a vida a observar o comportamento de chimpanzés e bonobos, o primatólogo Frans de Waal, autor de quase uma dezena de livros sobre o assunto.

Até hoje, guardamos algumas figurinhas do Planeta dos Macacos, da década de setenta. Pela televisão, acompanhávamos os episódios que iam ao ar em meados da década. Em 2011, assistimos ao filme *Planeta dos Macacos: A Origem*, em que a estrela principal é César, um macaco superinteligente. Há aproximadamente sete milhões de anos viveu o último ancestral comum entre o homem e o chimpanzé. Após, do lado humano, surgiram vários ancestrais do homem moderno, todos extintos, menos um, o *homo sapiens sapiens*, a nossa espécie. Do lado dos chimpanzés, após a separação da linhagem dos humanos, eles, mais de quatro milhões de anos depois, voltariam a se separar, dando origem a duas espécies distintas, o chimpanzé-comum e o chimpanzé-pigmeu, também conhecido como bonobo.

Não se sabe por qual motivo, após a separação das linhagens de humanos e chimpanzés, enquanto do lado humano surgiram dezenas de espécies diferentes de hominídeos, do lado dos chimpanzés surgiram apenas duas, o chimpanzé e o bonobo. Pelo menos é o que se sabe até o momento, um verdadeiro mistério! A não ser que ainda venhamos a descobrir outros fósseis de ancestrais de chimpanzés, após a separação dos ancestrais humanos, talvez uma área a qual os paleontólogos deveriam se dedicar mais (será que há muitas lacunas no registro fóssil do lado dos chimpanzés?).

Chimpanzé e bonobo são nossos parentes mais próximos (somos tão próximos de um, geneticamente, quanto do outro). Eles possuem comportamento completamente diferente. Chimpanzés são, em geral, violentos, agressivos, impetuosos, ferozes, machistas, controladores, patriarcais e seu poder se baseia na força física. Bonobos, por sua vez, são capazes de assumir posições de alteridade. Calmos, tranquilos, boas praças, erotizados, pacíficos, sensíveis,

liberais, hedonistas, matriarcais, cujo poder se baseia no sexo, que praticam tanto com parceiros do sexo oposto, quanto do mesmo sexo. Todos nós, humanos, herdamos um lado bonobo e outro chimpanzé, mas um dos dois parece ser o mais preponderante, dependendo de cada um, embora, desde cedo, aprendemos a controlar o lado chimpanzé pela educação legada pelos pais e pelos valores sociais aos quais aderimos e compartilhamos. Quem assistiu ao filme *Crash – No limite*, ganhador do Oscar em 2006, pôde constatar que, às vezes, uma mesma pessoa abriga os lados chimpanzé e bonobo, que afloram ora em uma ocasião, ora em outra. Essas pessoas são capazes de cometer o ato mais repugnante, como atear fogo num mendigo, que dorme em um banco de praça, ao relento (como já aconteceu certa feita em Brasília), quanto, horas depois, o ato mais altruísta, como arriscar a própria vida, saltando de um barco em alto-mar, em uma noite escura e congelante, de tempestades e ventanias, para tentar salvar uma velhinha desconhecida, que acabara de cair do barco e grita por socorro sem saber nadar.

A escalada do ser humano

> *Nada pode estar mais longe da verdade do que imaginar o homem como o pináculo da evolução. Existiram muitas rotas alternativas que poderiam ter sido tomadas, muitas delas não levariam a humano algum, outras à extinção, e outras, ainda, a uma versão diferente do homem.*
>
> CHRIS STRINGER

> *A exclusividade do gênero humano, que nos caracteriza, nem sempre existiu. Em algumas épocas, várias espécies humanas, e não somente uma, habitavam a Terra.*
>
> MICHEL BRUNET

Vá a um zoológico imediatamente, amanhã se puder. Fique cara a cara com um chimpanzé. Fite-o nos olhos, observe seu jeito de sentar, veja-o contemplando o ambiente a sua volta, perceba as expressões, observe as mãos e braços, atente para a maneira como apoia o tronco, pernas e braços e tire suas conclusões. É ou não é muito, mas muito parecido mesmo conosco, em seu jeito, modo de olhar, corpo. De fato, não teríamos nenhuma dúvida em afirmar que é de todos e disparadamente o animal mais parecido conosco tanto em aparência física, quanto no jeito de ser. E em um dos feitos mais impressionantes e memoráveis da ciência, comprovou-se que o chimpanzé é, de fato, o bicho mais próximo de nós, seres humanos. Eles são nosso mais próximo parente. São nossos primos. As pesquisas ocorreram no âmbito do material contido tanto em nossas células quanto nas células deles. A análise do material genético, o DNA, revelou uma igualdade genética de 99%. É a porcentagem mais próxima existente entre um humano e qualquer outra espécie. Temos, então, de celebrar esse feito da ciência, uma prestação de contas com o passado e, por que não dizer, com o futuro também. Somos, como diz Jared Diamond, o terceiro chimpanzé (o outro é o bonobo). Todavia, em algum lugar de um passado não tão distante, não havia diferença entre nós. Ambos (chimpanzés e humanos) um dia compartilharam cem por cento de seu genoma (não havia diferenças, pois formavam um grupo só, uma mesma espécie). Houve, portanto, no passado, um ancestral comum entre o homem e o macaco. Este fato, do qual Darwin já desconfiava, constitui-se um dos mais belos de toda a história humana.

Se fôssemos escalar no tempo e no espaço o período da existência do homem na Terra, o relógio marcaria a aparição humana no último minuto do ano

cósmico, enquanto a régua mediria o surgimento do homem a partir do último centímetro do quilômetro cósmico. De fato, o homem foi uma das derradeiras espécies a florescer na frondosa árvore da vida. Entretanto, o homem só se deu conta de sua juventude cósmica muito recentemente. Com efeito, um dos primeiros fósseis de hominídeo antigo descobertos no mundo foi da espécie *Homo sapiens*. Trata-se de um esqueleto quase completo, achado por um teólogo, geólogo e professor na Universidade de Oxford, o inglês William Buckland. O esqueleto foi encontrado em uma caverna no País de Gales, no Reino Unido, em janeiro de 1823. William nomeou o fóssil de “Red Lady of Paviland”. O nome foi escolhido assim porque a caverna em que ele foi encontrado chamava-se Paviland. “Lady” porque achava-se que se tratava de uma prostituta que vivera no Reino Unido na época do Império Romano e “Red” porque a cor do esqueleto era vermelha por causa do processo de mineralização que sofrera enquanto enterrado por longo tempo. Hoje se sabe que o esqueleto pertenceu a um homem pré-histórico, um jovem do sexo masculino, que faleceu há 33 mil anos. O *Homo sapiens* encontrado, porém, ocupa o “vértice” da história. Ele é o último remanescente de uma saga que começou há sete milhões de anos. Ao mesmo tempo, constitui o único representante de uma linhagem extinta. Voltemos, então, ao começo da história.

Os mais remotos ancestrais humanos: os pré- - australopitecíneos

De 7 a 4,5 milhões de anos atrás

Estamos no vasto continente africano, por volta de sete milhões de anos atrás. Nesse momento, ocorreu um dos acontecimentos mais importantes para a História do Homem. A linha que unia o homem ao macaco dividiu-se em duas. A partir desse instante, a trajetória comum entre os dois se bifurcou. Por uma das rotas se chegou ao chimpanzé de hoje; a outra conduziu ao *Homo sapiens*.

Reivindicando ser o mais remoto de todos, paleoantropólogos batizaram com o nome esquisito de *Sahelanthropus tchadensis* a primeira espécie divergente do ancestral comum entre o homem e o chimpanzé. Ainda bem que também o batizaram com outro nome, mais compreensível, Toumai (esperança de vida, na linguagem local), nome pelo qual o chama o líder da equipe que o descobriu, o paleontólogo francês Michel Brunet. Esse pequenino hominídeo peludo de sete milhões de anos tinha o cérebro, o peso e o tamanho aproximado de um chimpanzé atual. Habitava uma vasta região úmida e arborizada, com lagos próximos, rica em vegetação e animais selvagens, semelhante ao pantanal brasileiro. O fóssil foi descoberto em 19 de julho de 2001 por Ahounta Djimdoumalbaye, um integrante da MPFT – Missão Paleoantropológica Franco-Chadiana, liderada por Brunet, no sítio arqueológico Toros-Menalla, na região de Sahel[66], daí *Sahelanthropus*, no deserto de Djurab, ao norte do Chade, país localizado na região central norte da África.

Provavelmente, por volta de sete milhões de anos atrás, talvez aquele que tenha sido o mais remoto ancestral da espécie humana caminhava ereto em busca de alimentos pela floresta tropical do Chade, perto de um imenso lago. Na época em que Toumai vivia, aquela região hoje desértica era ecologicamente rica e diversificada, como comprovam os diversos e numerosos fósseis de animais encontrados por lá.

Entretanto, Toumai não está só na briga pelo título de mais remoto ancestral da espécie humana. Junto com ele, há outro aspirante. Trata-se do *Orrorin tugenensis*.[67] A ele foi dado esse nome, porque *Orrorin* significa homem original, no dialeto local, e *tugenensis* deve-se ao lugar onde os fósseis foram escavados, a região de “Tugen Hills” (colinas de Tugen), na parte central do Quênia. Daí *Orrorin tugenensis* significar homem original da região de Tugen. Um único fóssil de um dente molar foi achado em 1974 pelo paleontólogo inglês Martin Pickford[68]. Somente em 2000 ele regressou ao local, liderando uma equipe, juntamente com a paleontóloga francesa Brigitte Senut, para encontrar

vários fósseis de ossos de dentes e fragmentos de braços e pernas datados de 5,6 a 6,2 milhões de anos. Ao todo, vinte fósseis de pelo menos cinco indivíduos foram achados, mas dentre esses nenhum pedaço de crânio. Estima-se que os indivíduos dessa espécie pesassem entre trinta e cinquenta quilos, tivessem o tamanho aproximado dos chimpanzés (1,2m), adotassem uma dieta onívora (vegetariana e carnívora) e habitassem uma região florestal verde e úmida. Eles eram, portanto, bípedes que escalavam árvores.

Esses dois putativos fósseis mais antigos da linhagem humana, o chadiano *Sahelanthropus* e o queniano *Orrorin*, são controversos, e pesquisadores continuam se digladiando acerca deles. Parte da controvérsia poderia ser equacionada se descobríssemos restos pós-cranianos do *Sahelantropus* e partes do crânio do *Orrorin*, porque neste último falta a cabeça e, no primeiro, o corpo.

Foi na depressão de Afar[69], no vale médio do rio Awash, no noroeste de seu país, a Etiópia[70], que, em 1997, o paleoantropólogo Yohannes Haile-Selassie encontrou o fóssil do *Ardipithecus kadabba*[71], um hominídeo de 5,2 a 5,8 milhões de anos. Quando foi encontrado, pensava-se tratar-se de mais um fóssil de uma outra espécie, o *Ardipithecus ramidus*[72], porém, em 2004, seu descobridor (juntamente com os paleoantropólogos americano Tim White e japonês Gen Suwa)[73] revisou a ideia inicial e passou a classificá-lo como uma nova espécie, parecida, embora ancestral e distinta do *ramidus*. O *Ardipithecus kadabba* é um hominídeo bípede extinto de menos de um metro e meio, parecido em forma e tamanho com um chimpanzé de hoje, que, assim como seus antecessores, o *Sahelanthropus tchadensis* e o *Orrorin tugenensis*, possuía uma dieta onívora e habitava uma região ricamente arborizada e com muita água por perto.

Em uma região hoje desértica, próxima do local onde foi descoberto o *kadabba*, foram encontrados vários pedaços de ossos de diversos hominídeos que, no conjunto, foram datados de aproximadamente 4,5 milhões de anos, ou seja, mais novo do que o *kadabba* entre meio e um milhão de anos. São os fósseis do *Ardipithecus ramidus*. Em termos de aparência física, hábitos alimentares e habitat, os dois eram muito parecidos. O primeiro pedaço fóssil do *ramidus* foi encontrado na depressão de Afar, na região do deserto de Aramis, no vale médio do rio Awash, no noroeste da Etiópia, por Gen Suwa, no ano de 1992, cinco anos antes da descoberta do *kabadda* (naquele ano, Suwa encontrou um único dente molar de um hominídeo). Certamente por serem tão parecidos, haverem sido encontrados na mesma região, e, a descoberta do ramidus preceder à do kabadda, explique o fato do kabadda ter sido inicialmente classificado como uma espécie do ramidus. No ano seguinte ao da descoberta, uma equipe liderada por Tim White encontrou mais de uma dezena de fósseis da mesma espécie na

mesma região, e, mais um ano depois, em 1994, Yohannes Haile-Selassie achou vários pedaços fósseis, compondo, no conjunto, um esqueleto parcial de uma fêmea, batizada carinhosamente de *Ardi*, que gerou até um documentário no canal Discovery. *Ardi* é um milhão de anos mais velha do que a mais famosa antepassada humana, Lucy, encontradas apenas 74 quilômetros de distância uma da outra.

Ardipithecus ramidus significa “raiz dos macacos terrestres” no dialeto local. Muito mais coletor do que caçador, possuía dieta rica e variada, concentrada em frutos colhidos das árvores ou recolhidos pelo chão. Além de frutas, folhas, tubérculos, arbustos, frutos secos, alimentava-se de insetos, peixes, ovos e pequenos mamíferos. Utilizava-se de paus e pedras que recolhia pelo caminho, mas ainda não fabricava instrumentos, não caçava de modo organizado, nem muito menos empregava o fogo e, claro, não fazia qualquer registro de suas atividades cotidianas, concentradas na obtenção de alimentos. Convivia com muitos dos animais que encontramos nos zoológicos de hoje, como crocodilos, leões, elefantes, macacos, rinocerontes, hipopótamos, porcos selvagens, coelhos, lagartos, ratos, cobras, aves, insetos, peixes, antílopes, hienas, mangustos, musaranhos, morcegos e pássaros, em ambiente de rica diversidade florestal, habitando em regiões com muitas árvores, rios e lagos.

A descoberta do etíope *ramidus* e seus antecessores (o chadiano Toumai e o queniano *Orrorin*) serviu para desafiar a hipótese, antes mais aceita, de que os hominídeos desenvolveram a bipedalidade quando, por causa de mudanças climáticas, teriam sido obrigados a abandonar as florestas em direção às savanas, haja vista que todos já eram bípedes, mesmo enquanto habitavam em regiões muito arborizadas.

Os ancestrais australopitecíneos

Os australopitecíneos se dividem em australopitecíneos gráceis, compostos de dois gêneros: os *australopithecus*, que contêm diversas espécies, e o *kenyanthropus*, até agora com somente uma única espécie classificada; e os australopitecíneos robustos, compostos do gênero *Paranthropus*, com menos espécies. Comecemos nossa jornada, então, com os australopitecíneos gráceis, que são mais delicados.

Os australopitecíneos gráceis

A descrição do primeiro pré-humano chegou relativamente tarde na história da ciência, no período entre as duas grandes guerras mundiais, 1925[74], quando Raymond Dart anunciou a descoberta, na África do Sul, do esqueleto de uma criança (a criança de Taung). É um fóssil de 2,1 a 3,3 milhões de anos que pertence ao gênero dos australopitecíneos. A ele foi atribuído o nome científico de *Australopithecus africanus* (*Australis* = do sul, em latim + *pithekos* = macaco, em grego). Durante muito tempo, pensou-se que os australopitecíneos fossem os mais antigos representantes da linhagem humana, contudo hoje se sabe que esses *australopithecus* constituem apenas uma das várias espécies de nossos ancestrais descobertas em várias partes do continente africano.

O mais antigo do gênero dos australopitecíneos é o *Australopithecus anamensis*. Em 1965, uma equipe da Universidade de Harvard, comandada pelo paleontólogo Bryan Patterson, descobriu um único pedaço de osso (o úmero) de uma mão de um hominídeo antigo, no sítio Kanapoi, próximo ao lago Turkana, no norte do Quênia. Como eles não sabiam classificá-lo, decidiram que se tratava apenas de um *australopithecus*. Tempos depois, em 1987, o arqueólogo canadense Allan Morton, juntamente com membros da "Koobi Fora Field School", também da Universidade de Harvard, escavaram mais fósseis da mesma espécie, dessa vez em outro sítio arqueológico próximo, o Allia Bay, também perto do lago Turkana. Após isso, a partir de 1995, a famosa paleoantropóloga queniana (nascida em Londres), Meave Leakey, juntamente com o arqueólogo Alan Walker e sua equipe, prospectaram os mesmos sítios e encontraram mais 21 fragmentos fósseis da mesma espécie (sendo nove de Kanapoi e doze de Allia Bay). Estudando todos esses fósseis e comparando-os com os pertencentes ao da espécie Lucy (*Australopithecus afarensis*), chegaram à conclusão de que estavam diante de uma nova espécie, ancestral de Lucy. Surgia assim o *Australopithecus anamensis* (anam significa lago, na língua turkana local)[75]. Cuida-se de um hominídeo de quatro milhões de anos[76], baixinho e magrinho (1,3m e 50kg[77]), um bípede escalador de árvores, que vivia em uma região de floresta próxima a córregos e lagos, alimentando-se de frutos, folhas, sementes e pequenos animais. Descobertas de restos do *anamensis* não pararam por aí. Mais trinta fósseis correspondentes a oito indivíduos foram desenterrados pela equipe de Tim White, no deserto de Afar, na Etiópia, bem próximo do sítio onde fora encontrado o *ramidus*. Essas últimas descobertas foram anunciadas em artigo publicado na revista *Nature* em 2006.

Aquele que derrubou uma teoria

Até a descoberta de Abel, o *Australopithecus bahrelghazali*, quase todos os paleoantropólogos do mundo acreditavam na teoria de que os hominídeos proviessem do lado leste do vale do Rift, na África. O vale do Rift é uma fenda formada há cerca de 35 milhões de anos, que separa duas placas tectônicas, a africana e a arábica, estendendo-se por cerca de cinco mil quilômetros, de norte a sul do continente. A teoria é chamada de "L'East Side Story". A estória do lado leste é um modelo antropológico explicativo da aparição da linhagem evolutiva humana no lado direito do Rift. De acordo com a teoria, popularizada por Yves Coppens, a formação do vale do Rift, há milhares de anos, acabou por produzir dois fenômenos interessantes: o isolamento de duas populações de primatas e o surgimento de mudanças no clima e na paisagem do local. Com a formação do vale, estabeleceram-se dois tipos de ecossistemas completamente diferentes. Do lado leste, surgiu um clima mais seco e uma paisagem mais esparsa, típica de savanas. Do lado oeste, verificou-se um clima mais úmido e uma paisagem mais densa, própria das florestas. O isolamento das duas linhagens de primatas em ambientes de clima e vegetação completamente distintos teria feito surgir dois ramos diferentes, um que evoluiu para os primatas típicos, o outro, para o primata pensante. Os que ficaram do lado oeste, nas florestas úmidas, teriam dado origem aos gorilas, chimpanzés e bonobos. Os que permaneceram do lado leste, nas savanas secas, teriam dado origem ao gênero dos australopitecíneos, *paranthropus* e *homo*. A afirmação caiu em descrédito a partir da descoberta de Abel, um australopitecíneo que vivia a 2.500 quilômetros a oeste do vale. Depois, a descoberta de Toumai veio a sepultar definitivamente a teoria. Hoje, nem mesmo Coppens é partidário dela.

A mandíbula e dentes de Abel[78] foram achados por Michel Brunet e sua equipe em 1995, próximo ao sítio arqueológico de Koro Toro, no Chade. O nome *bahrelghazali* se deve à região onde os fósseis foram encontrados – Bahr e Ghazal. O nome Abel é o apelido carinhoso que Brunet lhe conferiu em homenagem a um membro da equipe que falecera, Abel Brillanceau. O hominídeo viveu entre 3,6 e 3 milhões de anos. A descoberta de Abel animou Brunet e equipe, propiciando a que pudessem desencavar o crânio de Toumai alguns anos depois.

A grande mãe da humanidade[79]

Lucy foi considerada durante muito tempo a mais antiga ancestral de todos os hominídeos. Ela pertence à espécie *Australopithecus afarensis*. O primeiro fóssil foi achado em novembro de 1973 perto do local onde no ano seguinte seria encontrado Lucy. Quando foi desenterrado, imaginou tratar-se de uma costela de um hipopótamo, mas depois se julgou que pudesse pertencer a um macaco e se decidiu coletá-lo. Mais tarde, contudo, chegou-se à conclusão de que o fóssil pertencia ao joelho de um hominídeo antigo. O "joelho de Johanson", como o fragmento fóssil ficou conhecido, marca o início de uma epopeia de descobrimentos por famosos paleoantropólogos, como Mary Leakey, Maurice Taieb, Yves Coppens, Tim White, entre outros. Hoje há uma coleção de centenas de fragmentos fósseis desenterrados ao longo dos anos por várias equipes de pesquisadores e espalhados pela Etiópia, pela Tanzânia e pelo Quênia. Embora já tenham sido coletados diversos representantes na África, Lucy destacou-se a ponto de ser confundida com a própria espécie. Talvez isso tenha ocorrido porque o esqueleto é bem preservado e bastante completo. Foi encontrado no triângulo de Afar[80], em Hadar, no vale médio do rio Awash, na Etiópia, por Donald Johanson, o famoso paleoantropólogo estadunidense, e pelo estudante Tom Gray. O nome foi assim escolhido porque no dia da descoberta, 24 de novembro de 1974, tocava no acampamento a música dos Beatles *Lucy in the sky with diamonds*. A descoberta foi um marco para a paleontologia da época, porque forneceu evidências concretas de que o homem adotara a postura bípede antes de começar o processo de encefalização, pondo fim, assim, a um debate que remontava de longa data. A outrora grande mãe da humanidade era pequena, medindo pouco mais de um metro e pesando menos de trinta quilos.[81] Embora Lucy tenha sido datada de 3,2 milhões de anos, a espécie viveu por aproximadamente um milhão de anos, de quatro milhões de anos atrás, ou um pouco menos do que isso, quando surgiu, até cerca de três milhões de anos, quando viveram seus últimos remanescentes. Lucy e sua família pertencem, portanto, a uma espécie de hominídeo extinta que viveu mais de quatro vezes o que nossa atual espécie, a do *sapiens*, tem vivido aqui na Terra. Temos, ainda, uma grande jornada a percorrer, se é que conseguiremos! Os *afarensis* adotavam uma postura bípede, como nós, mas os cérebros eram ainda bastante reduzidos, cerca de um terço do nosso. Entretanto, diferentemente de macacos modernos e extintos, os dentes molares e caninos, assim como os nossos, já eram bastante reduzidos.

Cinzas vulcânicas preservam pegadas de 3,7 milhões de anos descobertas pela

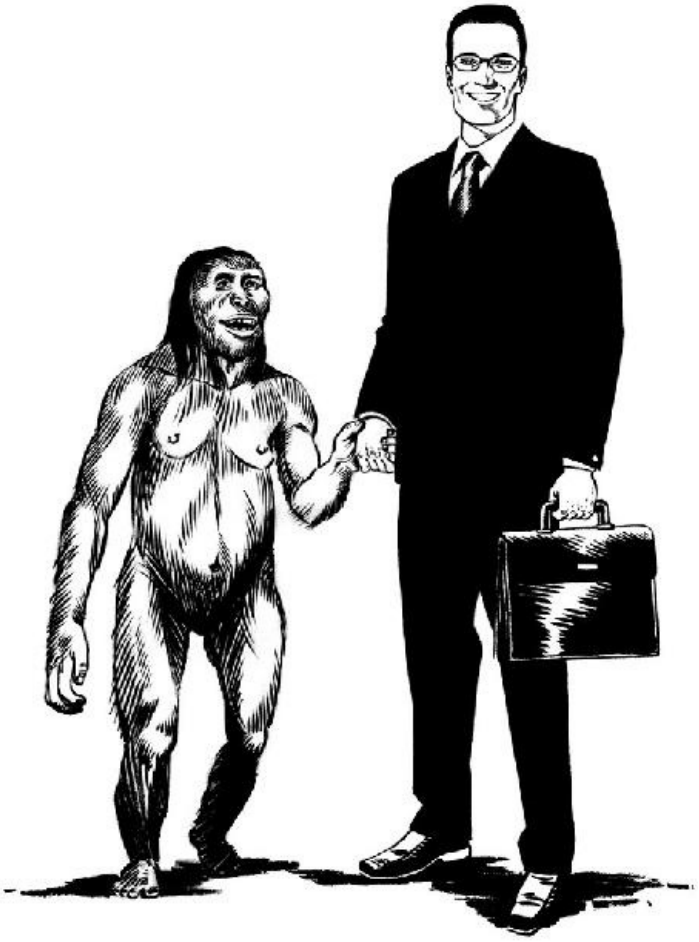
arqueóloga Mary Leakey em 1976, perto da Garganta de Olduvai, no sítio de Laetoli, na Tanzânia. Essas são as mais antigas pegadas humanas encontradas em todo o mundo. Pertencem à família de Lucy. Mais famosa do que esta só a pegada do primeiro homem que pisou a Lua, em 1969, que pertence à espécie *Homo sapiens*, sucessora de Lucy. O que separa essas duas pegadas, além do tempo? A primeira foi deixada pelo bando de Lucy, na África, há mais de 3,5 milhões de anos. A segunda pelo homem, na Lua, há quase cinquenta anos. Quando o primeiro hominídeo pisou o solo lunar em 1969, disse:

- Um pequeno passo para o homem, mas um passo gigantesco para a humanidade. Há 3,5 milhões de anos, entretanto, o "homem" não falava, rugia. Não havia ainda inventado uma forma de comunicação, a língua falada (muito menos a escrita). Comunicava-se por gesticulações, emitia sons rudimentares, forma de comunicação bastante primitiva, como as que existem entre alguns animais hoje, porém nenhuma forma de concatenar ideias, nem muito menos qualquer tipo de linguagem falada. Com um terço do nosso cérebro, o "homem" daqueles tempos não era imaginativo. Incapaz de pensamentos abstratos, a mente era apta a fazê-lo sobreviver, concentrada basicamente em buscar alimento e se reproduzir, protegendo-se, na medida do possível, de predadores e, talvez, fazendo e usando instrumentos de pedra e de madeira. Não havia, naquela época remota, qualquer forma de arte, nem as representações artísticas em cavernas, conhecidas hoje como pinturas rupestres. Nem o fogo ele dominava. De sorte que seu grupo jamais poderia imaginar que, passados alguns milhares de anos, os sucessores haveriam de pôr os pés naquilo que contemplavam sem saber o que era - a enorme e bela Lua, que aparecia à noite, iluminando os céus da África. Contudo, o que impressiona nesse caso não é a ignorância dos australopitecíneos quanto ao futuro, perfeitamente explicável, previsível e compreensível. O que mais nos chama a atenção como humanos é nossa atual ignorância quanto ao passado. Pisamos a Lua há quase meio século e há ainda na Terra muitos *sapiens* duvidando do fato! São mais de sete bilhões de *Homo sapiens* vivendo na Terra e bem mais da metade deles não sabe ou descrê que o homem chegou à Lua. Um número maior ainda nunca ouviu falar de Lucy e seu grupo, nem ao menos suspeita de que um dia um antepassado nosso tenha tido a forma semelhante à de um chimpanzé de hoje e de que nós evoluímos a partir de um ancestral comum com eles. O desconhecimento é uma marca da sociedade contemporânea, assim como o é o enorme avanço tecnológico que alcançamos, o que parece um contrassenso. Continuamos a nos matar por intolerância étnica e religiosa. A humanidade avançou pouco na dimensão social e cultural, entretanto, como disse o astronauta americano, deu "passos gigantescos" no plano tecnológico e científico. Talvez o conselho que a família de Lucy pudesse nos dar seja este:

Vamos trabalhar para diminuir a diferença, o enorme abismo que separa a humanidade tecnológica da humanidade social na civilização atual.

A paleoantropologia é uma caixinha de surpresas, sempre nos revelando horizontes, por isso que é muito interessante. O impacto que a descoberta de Lucy provocou na humanidade nos anos setenta foi o mesmo que a revelação do crânio de Toumai nos anos 2000. Qual será o próximo lance não se sabe, mas a história dos hominídeos antigos dos anos sessenta para cá, época a partir da qual a paleoantropologia tomou um rumo impressionante em coerência e novas descobertas, fez com que o quadro que representa a árvore genealógica humana pudesse ser hoje bastante conhecido, a ponto de já se poder escrever uma história coerente dos antepassados, com algumas poucas lacunas ainda a serem preenchidas. Nesse contexto, uma das "verdades" que vem desde essa época parece começar a ruir com novas revelações das pesquisas de campo. É que, desde a década de sessenta, sempre se pensou que o homem só começara a usar artefatos líticos trabalhados a partir do surgimento do gênero homo. Dizia-se que os primeiros instrumentos de pedra lascada teriam sido inventados pelo *Homo habilis*, perto de 2,5 milhões de anos atrás. Todavia, novos estudos apontam para a possibilidade de que os *Australopithecus afarensis*, o grupo de Lucy, e seus contemporâneos, os *Kenyanthropus platyops*, já pudessem lascar pedras para serem usadas em suas atividades cotidianas, como para quebrar sementes, castanhas ou tubérculos, perfurar tronco de árvores em busca de insetos, dilacerar e cortar a carne, ou, até mesmo, para fabricar outras pedras mais afiadas, funcionando, assim, como martelos, facas e bigornas. Centenas de artefatos dessa natureza, datados de 3,3 milhões de anos, vêm sendo coletados desde 2011, na região do lago Turkana, no Quênia, e anunciados em publicação assinada por 21 pesquisadores na revista *Nature*, em maio de 2015.[82] Se isso for mesmo verdade, como parece, cai por terra a explicação que associava o desenvolvimento dessa tecnologia a mudanças climáticas que levaram à savanização da África naquele período. Também confere um "upgrade" à capacidade cognitiva de Lucy e sua família. O *Kenyanthropus platyops*, o homem do rosto achatado do Quênia, foi um daqueles que pode ter feito uso dessa tecnologia. Constitui o único representante do gênero *Kenyanthropus* até agora descoberto. Foi datado de 3,3 a 3,5 milhões de anos, sendo, portanto, contemporâneo de Lucy. O único fóssil da espécie, representado por um crânio bastante avariado,[83] foi encontrado em 1999, próximo ao lago Turkana, no Quênia, por Justus Erus, um membro da equipe liderada por Meave Leakey. Em 2015, a cerca de um quilômetro de onde o crânio fora achado, descobriram-se vários instrumentos de pedra lascada datados da época em que ele viveu. Tal fato fez a comunidade científica suspeitar de que pudessem ter sido utilizados por

ele, o que o tornaria um dos primeiros antepassados humanos a utilizar instrumentos de pedra.



O homem veio mesmo da África!

> *É provável que a África tenha sido antes habitada por macacos extintos, íntimos aliados do gorila e do chimpanzé, e, como essas duas espécies são agora aliadas próximas do homem, é, de algum modo, mais provável que nossos antigos progenitores tenham vivido no continente africano do que em qualquer outra parte.*
>
> *Darwin*

Apesar de Darwin acreditar que o berço da humanidade fosse na África, até o início do século XX, nenhum fóssil de um ancestral do homem fora encontrado naquele continente. Os únicos até então conhecidos haviam sido descobertos na Europa e na Ásia. Daí que, naquela época, suspeitava-se que a humanidade tivesse origem europeia ou asiática. Talvez por isso, quando um desconhecido professor universitário de anatomia em Joanesburgo anunciou a descoberta do primeiro antepassado humano africano na revista *Nature*, em 1925, a comunidade científica refutou peremptoriamente tal possibilidade. Passaram-se mais de vinte anos para que se pudesse aceitar que o fóssil, um crânio de uma criança de três anos de idade, pertencesse a um antepassado do homem. A criança de Taung, como ficou conhecida, descoberta em uma caverna em Taung, na África do Sul, em 1924, e apresentada por Raymond Dart, pertence mesmo a uma nova espécie do gênero dos australopitecíneos, o *Australopithecus africanus*. O episódio foi muito importante para a paleontologia na medida em que representa a primeira evidência concreta de que tenha o homem se originado na África. Mais tarde, em 1947, Robert Broom encontrou o mais completo crânio da espécie. Pertence a um jovem macho, mas foi apelidado de senhora Ples, porque Broom acreditava inicialmente que se tratava de uma fêmea de meia-idade. Até hoje, já foram coletadas, na África do Sul, centenas de fragmentos fósseis pertencentes à espécie, cuja idade é estimada entre 2,1 a 3,3 milhões de anos. O *Australopithecus africanus* era um bípede adaptado a escalar árvores, possuindo uma combinação de características humanas e simiescas. Era similar, anatomicamente, ao *Australopithecus afarensis*, os machos mediam 1,38m e pesavam 40 quilos aproximadamente.

Ainda na África, uma equipe de pesquisadores, liderada pelos paleoantropólogos Berhane Asfaw, Tim White e Yohannes Haile-Selassie, foi responsável pela descoberta de mais um fóssil de hominídeo antigo. Trata-se de um crânio incompleto, de 2,5 milhões de anos, de características singulares a ponto de justificar a classificação como uma nova espécie austrolopitecínea.

Batizaram-no, então, de *Australopithecus garhi*. Com 450 centímetros cúbicos de capacidade craniana, *garhi* (surpresa, na língua Afar local), foi descoberto na península de Bouri, a oeste do rio Awash, na Depressão de Afar, na Etiópia, no ano de 1996. Os pesquisadores suspeitam que a espécie também fosse capaz de fazer uso de instrumentos de pedra lascada.

Mais tarde, em 2010, foi anunciada, por meio de uma publicação na revista *Science*, uma nova espécie australopitecínea. Trata-se do *Australopithecus sediba* (*sediba* significa fonte ou manancial, na língua local). O primeiro fóssil foi uma clavícula, casualmente encontrada em 2008, por um menino de nove anos, Matthew Berger, enquanto brincava no sítio paleontológico de Malapa, próximo a Joanesburgo, na África do Sul. A criança mostrou o fóssil ao pai, o paleontologista americano Lee Berger, que prospectava na região. Berger e equipe escavaram o local da descoberta e encontraram mais dois esqueletos parciais, o primeiro pertencente a um indivíduo jovem, composto de um pedaço de crânio, uma mandíbula fragmentada e partes de ossos do esqueleto; o outro, de um indivíduo adulto, composto de dentes maxilares isolados, uma mandíbula incompleta e partes de ossos do esqueleto. Em 2010, Berger e equipe classificaram a nova espécie como *Australopithecus sediba*. Desde então, do sítio paleontológico de Malapa emergiram muitos fragmentos fósseis e mais quatro esqueletos quase completos e bem preservados, revelando como eram os antepassados humanos perto da entrada em cena do gênero homo. O *Australopithecus sediba* possuía uma mescla de características dos australopitecíneos, combinadas com características das espécies pertencentes ao gênero homo, podendo ter sido uma espécie ancestral direta do *Homo*. Estima-se que possuía habilidade tanto para andar sobre os dois pés quanto para escalar árvores. Viveu entre 1,97 a 1,98 milhão de anos, aproximadamente.

Os australopitecíneos robustos

O termo australopitecíneo refere-se a qualquer espécie do gênero *australopithecus* e *paranthropus*. Os australopitecíneos gráceis são os *australopithecus* e os australopitecíneos robustos são os *paranthropus*. *Paranthropus*, denominado australopitecíneo robusto, é um gênero de hominídeo extinto. Suas espécies até agora identificadas são três: *aethiopicus*, *robustus* e *boisei*. A classificação como robusta deve-se a características dental-cranianas mais fortes, grosseiras e arredondadas.

1- Tanto na Etiópia quanto no Quênia, foram encontrados fósseis do *Paranthropus aethiopicus* (Para – ao lado; *anthropus* – homem; portanto, macaco que viveu ao lado do homem). O primeiro fóssil do *aethiopicus* foi uma mandíbula parcial, desencavada em 1967, pela equipe de paleoantropólogos francesa liderada por Yves Coppens e Camille Arambourg. A mandíbula de 2,5 milhões de anos foi encontrada em uma região situada a oeste do rio Omo, na Etiópia. Mais tarde, no ano de 1985, Alan Walker e Richard Leakey descobriram a oeste do lago Turkana, no Quênia, a Caveira Negra. Como todo osso humano, a Caveira Negra era branca. Tendo ficado 2,5 milhões de anos enterrado, o osso do crânio foi escurecendo aos poucos, até ficar com a cor preta devido à absorção, durante o processo de fossilização, do mineral manganês, bastante abundante no solo em que o crânio se encontrava. O *aethiopicus* constitui a mais antiga espécie do gênero *Paranthropus*, calculando-se que viveu entre 2,3 a 2,7 milhões de anos atrás. Tinha uma face bastante projetada para a frente, mandíbula avantajada, dentes caninos pequenos. Possuía enormes dentes molares e era portador de um dos menores cérebros de adulto entre os antepassados humanos, com 410 centímetros cúbicos.

2- *Paranthropus robustus*. Os fósseis dessa espécie foram encontrados em várias cavernas e sítios arqueológicos na África do Sul. O primeiro fóssil foi batizado em 1938 por Robert Broom, tendo sido a segunda descoberta de uma espécie australopitecínea, logo após o *Australopithecus africanus*. Em 1992, foi localizado mais um fóssil por Andre Keyser. Nominado de Eurydice, constitui o maior crânio de um australopitecíneo até hoje. Com fisionomia bastante atarracada, típica do gênero, estima-se que o *Paranthropus robustus* tenha vivido entre 1,2 a 2 milhões de anos, com o macho medindo 1,2m e pesando 54 quilos.

3- *Paranthropus boisei*. Os primeiros fósseis foram dentes encontrados em 1955, porém na época não se sabia a quem pertenciam e como classificá-los. Somente em 1959, quando Mary Leakey deparou, na mesma região, a garganta de Olduvai, na Tanzânia, com um crânio robusto de 1,75 milhão de anos, é que

se chegou à conclusão de que se tratava de um novo tipo de hominídeo. A nova espécie, *Paranthropus boisei*, foi apelidada de homem quebra-nozes por causa de sua poderosa estrutura mastigatória. O *Paranthropus boisei* detinha características próximas às do *Paranthropus robustus*, só que ainda mais pronunciadas. Possuía uma dentição forte, com maxilares, mandíbulas e dentes poderosos. A feição era grosseira e atarracada, com a testa e mandíbula prognatas, sobrancelhas e olhos grandes, músculos fortes e ossatura compacta. Detinha enormes dentes molares e pré-molares, entre os maiores de todos os hominídeos, enquanto os dentes da frente, inclusive os incisivos e caninos, eram pequenos. Entre todas as espécies de hominídeos, também era uma das que denotavam maiores dismorfismos sexuais, com os machos medindo, em média, 1,37m e pesando 49 quilos, enquanto as fêmeas mediam 1,24m e pesavam 34 quilos. Atualmente, a espécie, que viveu há cerca de 1,2 a 2,3 milhões de anos, é representada por vários fósseis de crânios bem preservados, mandíbulas e dentes. Encontrada na Tanzânia, na Etiópia, no Quênia e no Malaui, possuía a capacidade craniana que variava entre 475 a 545 centímetros cúbicos.

Macacos pensantes

O gênero homo

O gênero homo emergiu de formas anteriores australopitecíneas na África a partir de três milhões de anos atrás. Somos tão acostumados com o fato de sermos apenas uma única espécie, que nos espantamos quanto ao fato de que, em um passado próximo, existiram várias espécies diferentes de humanos. Mas deveria ser o contrário. Deveríamos nos assustar com o fato de sermos apenas uma única espécie, porque, afinal de contas, no reino animal, ao qual pertencemos, o que vigora é justamente o oposto. Para os demais animais, a regra é a da existência de várias espécies de um mesmo gênero. Por exemplo, nosso parente mais próximo, o chimpanzé, pertence ao gênero *Pan*, que contém duas espécies: o chimpanzé-comum e o chimpanzé-pigmeu, também conhecido como bonobo. Já nosso melhor amigo, o cachorro, pertence ao gênero *Canis*, que é formado por quatro espécies: cão, lobo, coiote e chacal. Portanto, pertencer a um gênero, *Homo*, de cuja espécie só existe uma atualmente, *sapiens*, não é uma regra, é uma exceção na natureza, e isso é que deveria ser o motivo do nosso verdadeiro espanto!

Homo floresiensis. Conhecido como o “Hobbit” por causa de seu tamanho minúsculo, o pequenino hominídeo media pouco mais de um metro e pesava 25 quilos. Ele é um provável sucessor do *Homo erectus* que, com o passar das gerações, teria encolhido de tamanho por causa da evolução adaptativa ao meio isolado em que vivia, assim como ocorreria com outras espécies de animais habitantes da ilha. Com o crânio do tamanho de um chimpanzé atual, foi encontrado inicialmente na caverna gelada Liang Bua, localizada a quinhentos metros abaixo do nível do mar, na remota ilha de Flores (daí o nome *floresiensis*), na Indonésia. Viveu entre duzentos a cinquenta mil anos atrás. O primeiro fóssil, consistente em um esqueleto bastante completo de uma fêmea, foi descoberto por uma equipe indonésio-australiana, em 2003, e nominado de *Homo floresiensis* no ano seguinte. Desde então, vários outros fragmentos fósseis têm sido encontrados no local. Apesar do pequeno tamanho, estima-se que fabricasse e utilizasse instrumentos de pedra, caçasse pequenos elefantes (próprios da ilha) e grandes roedores. Além disso, é provável que tenha feito uso do fogo.

Homo rudolfensis. O fóssil do *Homo rudolfensis* foi descoberto no ano de 1972 pela equipe comandada por Richard Leakey, nas proximidades do lago Turkana, no Quênia. O nome *rudolfensis* decorre do fato de que o lago Turkana chamava-se Rudolf quando o fóssil foi achado. Alguns pesquisadores julgaram

que se estava diante de mais um fóssil da espécie *habilis*, haja vista a idade, 1,9 milhão de anos, coincidir com a época em que esta última vivia. Comparando o crânio das duas espécies, porém, verificou-se que o do *rudolfensis* era maior do que o do *habilis*. Comprovou-se, também, a face mais larga e os dentes molares e pré-molares maiores. Por causa dessas diferenças e, apesar da controvérsia, é possível dizer que, hoje, a maioria dos cientistas considera as duas espécies distintas.

Acredita-se que, entre 1,5 a 2 milhões de anos atrás, quatro espécies diferentes de antepassados humanos tenham habitado as proximidades da bacia do largo Turkana, no norte do Quênia: *Homo habilis*, *Homo rudolfensis*, *Homo erectus* e *Paranthropus boisei*.

Adeus, África

A África constituiu-se o lar do homem por cinco milhões de anos. Desde que surgiu, na forma do *Sahelanthropus tchadensis* (Toumai), que habita o continente africano. Lá, e somente lá, era o seu local, todo o seu mundo. A humanidade passou cinco milhões de anos para sair da África e se deslocar em direção à Ásia. No entanto, não foram cinco milhões de anos parados no tempo, nem desperdiçados. Ao contrário, foram anos de evolução. Quando os primeiros surgiram, era difícil para qualquer observador de fora distingui-los das outras espécies de animais, especialmente daquela com quem compartilhara um ancestral comum, o chimpanzé. Além de serem semelhantes anatomicamente, os primeiros antepassados dos chimpanzés e os primeiros antepassados do homem compartilhavam hábitos e costumes em comum, como a habilidade de escalar árvores e se deslocar pela terra sobre dois pés. Aos poucos, as espécies foram ficando cada vez mais dessemelhantes, tanto anatomicamente, quanto em modos de vida. O gênero humano foi aos poucos perdendo o costume de se abrigar nas árvores, preferindo cada vez mais andar sobre os dois pés. A cabeça foi ficando maior, os braços foram-se encolhendo, enquanto as pernas crescendo proporcionalmente ao corpo. O tronco foi ficando mais esguio e ereto, os dedos dos pés e das mãos foram-se transformando, cada vez mais adquirindo a habilidade de andar, segurar, apertar, prender e manusear. O corpo, de uma maneira geral, tornou-se maior e mais pesado ao longo do tempo. A capacidade craniana aumentou muito em termos proporcionais em relação ao resto do corpo. Assim, quando o homem chegou à Ásia cinco milhões de anos depois, já era completamente diferente daquele que existira no passado.

Um dos candidatos a ser esse homem é o *Homo georgicus*. Com efeito, em 1991, quando arqueólogos trabalhavam nas ruínas de uma antiga vila medieval, depararam com o maxilar de um hominídeo antigo. O sítio Dmanisi, localizado na Geórgia, hoje abriga uma centena de fósseis de hominídeos, de animais extintos e de instrumentos de pedra. Ao maxilar encontrado em 1991, seguiram-se quatro crânios, três deles com maxilares inferiores, dentes e vários outros fragmentos corporais. Hoje, já se conta com cinco crânios, alguns deles bem completos e preservados, e mais dezenas de ossos do resto do corpo. Em 2002, os fósseis até então encontrados foram atribuídos a uma nova espécie, o *Homo georgicus*, com altura média de 1,5m, peso de cinquenta quilos e capacidade craniana entre 610 e 775 centímetros cúbicos. Viveu entre 1,7 a 1,8 milhão de anos, constituindo, assim, a primeira espécie de hominídeo antigo encontrada fora da África.

A hipótese de ele ser classificado como uma nova espécie é controversa. Há quem considere os fósseis como pertencentes ao *Homo habilis*, *Homo ergaster* ou *Homo erectus*. A possibilidade de ser um ramo lateral do *erectus* é atualmente a mais forte entre os especialistas. A descoberta do primeiro fóssil foi feita pela equipe liderada pelo arqueólogo e paleontólogo georgiano, professor e diretor do Museu Nacional da Geórgia, David Lordkipanidze. Ao longo dos anos seguintes, ele e equipe foram coletando mais fósseis e aprimorando os estudos e as observações. Em artigo publicado em 2013 na *Nature*, afirmaram que a população de Dmanisi provavelmente se originou do *Homo erectus* africano. Para eles, é mais correto afirmar que o *Homo georgicus* é uma subespécie do *Homo erectus*. Como eles acham que o *Homo ergaster* é derivado do *erectus*, classificam o *Homo georgicus* como *Homo e. e. georgicus* (*Homo erectus ergaster georgicus*). De qualquer sorte, quem quer que ele seja, o mais importante é saber que, pouco antes de dois milhões de anos atrás, já havia uma população humana que tinha deixado o continente africano e se estabelecido na Ásia.

Primeiros hominídeos que chegaram à Europa

Em 2008, houve uma descoberta importante para se tentar compreender a chegada dos primeiros hominídeos à Europa. Uma equipe de pesquisadores francesa desenterrou centenas de fósseis de animais de uma fauna extinta associada a cerca de vinte ferramentas de pedra, todos datados de 1,57 milhão de anos. O sítio, Lézignan-la-Cèbe, localiza-se no sul da França, na região do vale Hérault, em Languedoc. Embora não tenham sido encontrados ossos humanos, a existência de ferramentas de pedra tão antigas indica a presença de uma população hominídea que fizera uso delas, a mais antiga a ocupar o continente europeu. Posteriormente, em 2010, prospectando o sítio arqueológico de Happisburgh, na costa nordeste de Norfolk, na Inglaterra, pesquisadores ingleses encontraram outro conjunto de ferramentas de pedra, datado de 780 a 990 mil anos, época em que existia uma ponte de terra ligando o Reino Unido à Europa. Como no norte da Europa fazia bastante frio à época, é provável que já se dominasse o fogo e se acendessem fogueiras para proteção contra o frio. Além disso, pode ter sido o primeiro uso de roupas para se proteger do clima. Após três anos, em 2013, a equipe inglesa deparou com várias pegadas humanas, reveladas após a erosão da costa, também em Happisburgh. As pegadas fossilizadas, datadas entre 780 mil a um milhão de anos, apresentam-se como as mais antigas registradas fora da África.

Apesar de não terem sido encontrados ossos de hominídeos, o conjunto dessas três recentes descobertas revela que humanos, possivelmente da espécie *Homo antecessor*[84], ou outra próxima a ela, já habitavam a Europa há 1,5 milhão de anos, acendiam fogueiras e se agasalhavam para se aquecerem. Caso todas as ferramentas de pedra tenham sido mesmo fabricadas pela espécie *Homo antecessor*, isso elastece sua presença na Europa de 780 mil a 1,57 milhão de anos e a coloca na condição de mais antigo hominídeo europeu.

Se estamos a falar apenas de ossadas humanas, entretanto, teremos de nos deslocar para a Espanha. Lá foram descobertos os mais antigos fósseis de hominídeos europeus. Em escavações iniciadas em 1994, espanhóis, tendo à frente Eudald Carbonell, Juan-Luis Arsuaga e José María Bermúdez de Castro, descobriram, em uma caverna no sítio de Gran Dolina, na serra de Atapuerca, fósseis de hominídeos de 800 mil anos, classificando-os como uma nova espécie, o *Homo antecessor*, por meio de uma publicação na *Science* no ano 1997. Dez anos depois, em 2007, trabalhando em uma caverna próxima, Sima del Elefante, os pesquisadores descobriram mais fósseis da espécie ainda mais antigos, de 1,1 a 1,2 milhão de anos. Além de fósseis de hominídeos antigos, a equipe também

encontrou nessas duas cavernas instrumentos de pedra.

Assim, podemos resumir que, até hoje, o local em que se encontra o mais remoto vestígio da presença humana na Europa, consistente em ferramentas de pedra de 1,57 milhão de anos, localiza-se na França, representado pelo sítio arqueológico Lézignan-la-Cèbe. Já o fóssil de pegada humana mais antiga da Europa, de um milhão de anos, encontra-se em Happisburgh, na Inglaterra. Por último, as ossadas humanas de mais longa data da Europa, de 1,2 milhão de anos, encontram-se em Sima del Elefante, na serra de Atapuerca, na Espanha.

Homo heidelbergensis

Em 1907, Daniel Hartmann, um trabalhador local, achou na vila de Mauer, na Alemanha, um maxilar inferior de um hominídeo antigo e o entregou ao supervisor, o professor de antropologia Otto Schoetensack. No ano seguinte, o professor descreveu o fóssil e o classificou como uma nova espécie, *Homo heidelbergensis*, em razão de a vila onde fora encontrado ser perto da cidade de Heidelberg. Depois disso, mais fósseis foram identificados na própria Alemanha, na França, na Espanha, no Reino Unido, na Grécia, na Itália, na China e em Israel.

O *Homo heidelbergensis*, possivelmente, é o ancestral comum entre o *Homo neanderthalensis* e o *Homo sapiens*. Especula-se que, por volta de trezentos mil anos atrás, o *Homo heidelbergensis* deu origem ao *Homo neanderthalensis* na Europa e, entre duzentos e cem mil anos atrás, originou o *Homo sapiens* na África. A conclusão derivou-se de um estudo genético, que comparou o DNA do *Homo sapiens* com o DNA do *Homo neanderthalensis*.

Acredita-se que o *Homo heidelbergensis* tenha habitado inicialmente a África e depois se espalhado pela Ásia e pela Europa entre setecentos e duzentos mil anos atrás. Já detinha a capacidade cerebral bastante ampliada, próxima à do *Homo sapiens.* Atingia a altura média de 1,75m para homens e 1,57m para mulheres, os machos pesando cerca de 62 quilos e as fêmeas 51. Desenvolveu sistema de comunicação rudimentar, controlava o fogo, usava instrumentos de pedra, fabricava armas de caça, como lanças de madeira, construía abrigos rudimentares, enterrava os mortos e era um exímio caçador, matando com regularidade animais de grande porte, como cervos, cavalos, bisões, elefantes, girafas, hipopótamos e rinocerontes.

Escavações no sítio arqueológico Sima de Los Huesos, na serra de Atapuerca, revelaram fósseis de 28 hominídeos de mais de trezentos mil anos, atribuídos ao *Homo heidelbergensis*, conforme publicação assinada por Savante Pääbo e Mattias Meyer, entre outros, na revista *Nature* em 2014. Na pesquisa, concluíram, por meio da análise da sequência genômica mitocondrial, que eram geneticamente ligados aos denisovanos, um grupo irmão dos neandertais.

Em 1921, foi achado por Tom Zwiglaar, um mineiro suíço, um crânio na Rodésia, atualmente Zâmbia, na África, que ficou conhecido como o homem da Rodésia, uma nova espécie de hominídeo, conforme assim o classificou Arthur Smith Woodwar. Hoje, entretanto, a maioria dos paleoantropólogos considera o *Homo rhodesiensis* da mesma espécie do *Homo heidelbergensis*.

Especula-se que o *Homo ergaster* seja o ancestral comum do *Homo*

antecessor e do *Homo heidelbergensis*. A classificação como uma espécie autônoma do gênero homo foi definida em 1975, quando Colin Groves e Vratislav Mazák descobriram uma mandíbula humana perto do lago Turkana, no Quênia. Antes disso, em 1949, o paleontólogo sul-africano John Robinson encontrara uma outra mandíbula no sul da África, que hoje é classificada como pertencente também à espécie *ergaster*. O fóssil mais famoso, entretanto, constitui um esqueleto quase completo de um jovem de 1,6 milhão de anos, o menino (ou garoto) de Turkana, achado no ano de 1984 por Kamoya Kimeu e Alan Walker, às margens do lago Turkana, no Quênia. *Homo ergaster* significa homem trabalhador por causa da sua associação ao desenvolvimento de uma tecnologia lítica apurada, com a confecção de um kit de ferramentas de pedra mais sofisticadas que o das espécies anteriores.

Tanto humanos quanto chimpanzés são dotados de habilidades exigidas para o manejo de pedras pequenas, podendo segurá-las com a mão, apertá-las e arremessá-las. O emprego dessa técnica para alimentação, quebrando frutos e nozes, perfurando troncos de árvores para comer formigas e mel, e, para arremessá-las contra o inimigo, talvez tenha sido o mais remoto hábito de humanos (e chimpanzés) no uso desses instrumentos, mas é muito difícil precisar em que época esse procedimento se incorporou aos costumes das duas espécies.

Com efeito, os primeiros ancestrais humanos eram apenas coletores. Alimentavam-se de frutos e nozes recolhidos de árvores ou apanhados pelo chão. Essa foi a primeira forma de alimentação, usada desde Toumai, há sete milhões de anos. Aliás, esse comportamento precedeu a Toumai e viera desde antes da separação entre a linhagem de humanos e a de chimpanzés, ou seja, o LCA (Last Common Ancestor) entre humanos e chimpanzés já havia adotado o costume. Toumai apenas “herdou” o hábito.

O “homem” era ainda um animal vegetariano quando teve um *insight* fundamental, que mudou o rumo da sua vida e dos seus descendentes. Foi quando começou a se utilizar das primeiras pedras (e pedaços de madeira – galhos, gravetos). O emprego de pedras recolhidas em sua forma natural remonta a um passado longínquo. É provável que o propósito inicial desse primeiro uso tenha sido o de proteção, defesa contra o ataque de um membro da mesma espécie ou de outra, originado por uma disputa por alimentos, território, por uma fêmea, uma intriga, desavença ou uma predação. Era a tentativa de proteção de si próprio ou de sua família.

Depois, o homem percebeu que alguns dos frutos e nozes disponíveis para consumo eram bastante duros e que, empregando apenas a força dos dentes, era impossível quebrá-los. Assim, operou-se nova revolução quando passaram a manejar pedras brutas para alcançar o conteúdo dos saborosos nozes e frutos

mais duros. Essa foi a primeira vez que o homem fizera uso de um instrumento de pedra.

Após um longo período, o homem se cansou da condição de vegetariano e começou, aos poucos, a ingerir carne (chimpanzés permaneceram vegetarianos). Ele se aproveitava de restos de carne de presas abatidas por outros animais. Era o homem abutre, o primeiro carnívoro humano, comedor de carniça. Para arrancar a carne do animal abatido, empregou inicialmente as mãos, mas, aos poucos, alguns mais espertos notaram que podiam obter uma vantagem maior com o auxílio das mesmas pedras que utilizavam para quebrar nozes, frutos, perfurar tronco de árvores e quebrar os ossos das presas abatidas para saborearem o delicioso tutano. Alimentar-se de carne crua foi outra revolução experimentada pelo homem, uma vantagem competitiva muito grande em relação às demais espécies.

Em algum momento após tudo isso, nossos antepassados começaram a perceber que podiam empregar as pedras para outras finalidades que não fossem as de quebrar nozes, frutos, perfurar troncos e arremessá-las para afugentar predadores. Deixaram, então, de utilizar-se de pedras brutas como utensílio para obtenção de alimento e como arma de defesa e passaram a empregá-las como arma de ataque, deixando, dessa forma, a condição de predados para a de predadores. Foi outra revolução promovida pelos humanos. Foi quando perceberam que poderiam abater pequenos animais lançando contra eles pedaços de pedras (e paus). No entanto, para comê-los, era preciso abri-los. A vantagem da carne deixada pelos animais abatidos era a de que eles tinham menos trabalho; mas, agora, como eles passaram a matar as presas, haveriam de encontrar uma forma de abrir a carcaça. Foi talvez esse desafio, essa nova exigência do meio, que fez com que evoluíssem e passassem a cortar o couro, dilacerar a carne e separá-la do osso. Então, a partir desse instante, o homem não só se tornou um caçador, como passou a lascar pedras e a ingerir carne. Era o homem lascador, que tinha de quebrar pedras maiores e fazê-las funcionar como martelos e facas. Estava inventada a primeira indústria lítica da humanidade. Foi mais uma revolução que lhe proporcionou uma enorme vantagem competitiva em relação a outras espécies. O homem, após ter inventado a arma como instrumento de defesa, passou a usá-la para ataque e deixou de ser um coletor vegetariano para se tornar um carnívoro assassino, conquanto mais perigoso. Como se isso não bastasse, começou a lascar pedras. Inventou a primeira faca, utilizada para abrir a caça abatida e arrancar nacos de carne. Esse foi um momento decisivo e fundamental da pré-história. E a fabricação desses instrumentos foi um fator crucial para o desenvolvimento do cérebro.

A mais tradicional espécie associada à tradição lítica inicial, contudo, é a do

Homo habilis, o homem habilidoso.[85] Os primeiros fósseis foram descobertos a partir de 1960 na garganta de Olduvai, na Tanzânia, por uma equipe liderada por Louis e Mary Leakey, e o anúncio da nova espécie ocorreu em 1964, por meio de uma publicação na *Nature* assinada por Louis Leakey, John Napier e Phillip Tobias. Hoje, além da Tanzânia, foram encontrados fósseis do *habilis* no Quênia, na Etiópia e na África do Sul. Com idade aproximada entre 1,4 a 2,4 milhões de anos, era relativamente menor e mais franzino que a maioria dos australopitecíneos, mas com o crânio maior. Media entre 1 e 1,35m e pesava cerca de 32 quilos. Possuía a capacidade craniana entre 600 e 700 centímetros cúbicos. Muitos instrumentos de pedra fabricados por ele, encontrados na Tanzânia e na Etiópia, foram datados em média de 2,5 milhões de anos, coexistindo com outras espécies de hominídeos, como o *Paranthropus boisei* e o *Homo erectus*.

Homo erectus

O holandês Eugène Dubois descobriu o primeiro fóssil de hominídeo fora da Europa. Dubois era fascinado pelas ideias de Darwin e organizou a primeira expedição da história em busca da identificação de fósseis de hominídeos antigos, influenciado pela ideia de Darwin da existência de um ancestral comum entre o homem e o macaco, o que seria hoje o LCA (Last Common Ancestor) entre humanos e chimpanzés. Darwin pensava que o homem tivera origem na África, contudo, no final do século XIX, quase ninguém acreditava nisso. O consenso era formado em torno de uma origem europeia ou, no máximo, asiática, para o homem. Dubois, entretanto, foi procurar pelos primeiros fósseis de hominídeos não na África, nem na Europa, nem propriamente na Ásia. Dirigiu pesquisas e direcionou a equipe para as ilhas do arquipélago indonésio, que se localizam no oceano, entre a Ásia e a Austrália. Foi lá que, em 1891, entrou para a história, tendo sido o responsável pela formação e organização da primeira equipe de pesquisadores em busca de fósseis de hominídeos antigos. E também pela descoberta intencional do primeiro fóssil de hominídeo fora da Europa[86]. O fóssil foi encontrado em 1891 na margem do rio Bengawan Solo, em Trinil, região central da ilha de Java, na Indonésia. Em 1894, ele o nomeou de *Pithecanthropus erectus*, ou seja, o macaco homem ereto, hoje apenas *Homo erectus*. Após a descoberta, o fóssil ficou popularmente conhecido como homem de Java.

A descoberta seguinte de fósseis da mesma espécie ocorreu a partir da década de 1920, próximo a Pequim, na China, onde vários fósseis do *Homo erectus*, hoje datados entre 680 a 780 mil anos, foram encontrados e nomeados de homem de Pequim. Após isso, o *erectus* foi achado em outros locais da África, da Ásia e da Europa.

O fóssil mais completo da espécie é o de um garoto entre oito e doze anos, que faleceu há mais de 1,5 milhão de anos. Descoberto em 1984, nas proximidades do lago Turkana, no Quênia, por Kamoya Kimeu, da equipe de Richard Leakey, o menino de Turkana, como é conhecido, constitui o mais completo fóssil de hominídeo antigo do mundo.

O *Homo erectus* surgiu na África há aproximadamente dois milhões de anos e os últimos remanescentes da espécie podem ter vivido até perto de trinta mil anos atrás. Formam o mais antigo grupo de hominídeos a possuir proporções corporais semelhantes às de um homem moderno. A espécie é marcada pelo grande salto no tamanho do cérebro em relação aos tipos anteriores.

Caçava em grupo, controlava o fogo, assava e comia carne, fazia lareira e

vivia em pequenos bandos de caçadores-coletores. Cuidava dos mais fracos, velhos e doentes. Pesava entre 40 e 68 quilos, media entre 1,6 a 1,8m, possuía a capacidade craniana entre 750 a 1.300 centímetros cúbicos e vivia em terra firme, pois a essa altura a espécie humana já havia perdido a habilidade de morar nas árvores. Fabricava ferramentas de pedra mais refinadas, pertencentes à tradição acheuliana. Acredita-se que foi a primeira espécie a navegar, sendo os primeiros hominídeos a construir jangadas primitivas.

Há muita divergência entre especialistas acerca da correta posição do *erectus* na árvore evolutiva dos hominídeos. Há quem entenda que ele e o *ergaster* são, na verdade, uma espécie só, enquanto, para outra corrente, são duas espécies distintas: uma africana, *ergaster*, e outra asiática, *erectus*. Uma terceira corrente atribui o surgimento da espécie na África como *Homo erectus ergaster;* depois, a espécie teria migrado para a Ásia, tornando-se uma subespécie, o *Homo erectus erectus*. Vamos, a seguir, aplicar a navalha de Occam e o princípio da parcimônia para aderir, por conveniência, à corrente mais simples.

O paradoxo da Fórmula 1

Quando se assiste a uma corrida de Fórmula 1, percebe-se que todos os carros são parecidos, embora não exatamente iguais. Se espectadores fossem taxonomistas, diriam que os carros pertenceriam a uma mesma espécie. A classificação seria esta: Gênero: carros de corrida / espécie: carros de Fórmula 1. No gênero, carros de corrida, além dos carros da Fórmula 1, poderia haver outras espécies, como os carros da Stock cars; os carros da Fórmula 3; os carros de kart, por exemplo. Vamos supor, porém, que os carros de Fórmula 1 tivessem sido extintos há milhões de anos e você, um paleontólogo de veículos antigos, deparasse com a roda de um Fórmula 1 extinto, datada de milhões de anos. Aí você iria classificá-lo. Para que você ficasse conhecido mundialmente e atraísse mais verbas para as pesquisas, o ideal seria que a roda que você acabara de desenterrar, após longos anos de pesquisas de campo, fosse atribuída a uma nova espécie de automóveis de corrida extintos, porquanto dessa forma a possibilidade de ocorrer tudo o que você sonhara em sua carreira ficaria mais próxima. O trabalho atrairia um interesse maior, provavelmente conseguiria publicá-lo em uma revista científica de circulação mundial, como a *Science* e a *Nature*. Supondo, então, que tivesse descoberto a roda de uma Ferrari antiga, a classificação taxonômica que elaboraria seria esta: Ordem: Carros / Família: Carros de Corrida / Gênero: Carros de Fórmula 1 / Espécie: Ferrari. Ou seja, você estaria afirmando que a roda que acabara de descobrir pertenceria a uma nova espécie, denominada de Ferrari. A manchete da revista, com você na capa, provavelmente seria esta: “Descoberta uma nova espécie de carros de Fórmula 1”. E você, até então um ilustre “carrontólogo” desconhecido do grande público, entraria para a história como o descobridor de uma nova espécie, seria convidado para dar palestras em encontros científicos mundo afora, escreveria um livro sobre o feito, ganharia uma bolsa ou uma promoção na universidade, arrecadaria mais fundos para a pesquisa. Uma tentação, não, diante da outra possibilidade: classificar a roda como apenas mais um fóssil de uma espécie já por demais conhecida e repleta de fósseis espalhados pelo mundo. Aí continuaria no limbo, sendo mais um a se enfileirar no rol de ilustres “pesquisadorezinhos” desconhecidos. No entanto, nós, os espectadores, que estamos de fora, a assistir à corrida, no fundo sabemos que a roda não pertence a uma nova espécie de carros de corrida. A classificação correta é aquela que não levará o pesquisador a sair da penumbra, pois a roda descoberta constitui apenas mais uma da espécie carros de Fórmula 1, haja vista pertencer a um grupo, os veículos de Fórmula 1, que inclui os demais membros do grupo, os outros carros de Fórmula 1, já que

todos são portadores de características similares (embora não exatamente iguais) aos demais membros do grupo.

No mundo animal, existem cerca de quatrocentas raças de cães domésticos espalhadas pelo mundo. Imagine quanta diversidade! Temos desde o minúsculo Chihuahua, de apenas dois quilos e vinte centímetros, até o gigante Mastiff, que chega a pesar cem quilos. Um parente nosso possui uma cadela especialista em corrida, de pernas longas e finas, mas ele já conviveu com um labrador grandão, desajeitado, dócil e amigo. As raças de cães variam do tamanho de ratos ao de leões. A fisionomia é bastante diversificada e a anatomia dos órgãos internos e externos (tamanho e formato de ossos, estômagos, cabeças, olhos, pernas, braços, dentes) varia enormemente. Imagine se uma hecatombe exterminasse todos eles e dez mil anos depois um grupo de paleontólogos começasse a desenterrar os fósseis dos cães extintos. Não temos dúvidas de que eles não hesitariam em classificá-los como pertencentes a espécies distintas. Todavia, eles não são. Todos os cães domésticos do mundo pertencem à mesma espécie. Será que um erro como esse não poderia estar ocorrendo na classificação dos hominídeos hoje?

É isso que está em jogo, atualmente, no mundo das pesquisas dos paleoantropólogos. Há uma verdadeira corrida para se classificar em mais e mais espécies no gênero homo e, na outra ponta, porém com os mesmos vícios aqui apontados, em se descobrir o mais remoto ancestral entre homens e chimpanzés. O que ocorre é que estamos trocando, literalmente, gato por lebre. Mas essa ilusão taxonômica há de mudar. Sabemos que isso é difícil. Em algumas situações, quem está diretamente envolvido na pesquisa, não consegue divisar com nitidez como os relatos deveriam ser de verdade. O curioso é que essa mesma "corrida" não acontece em relação a outras espécies animais. Nem se procura com veemência identificar o ancestral comum dos felinos, por exemplo; nem tampouco se apontar com tanta ênfase uma nova espécie deles. Uma autoridade no assunto, Pascal Picq, se pergunta onde estão os fósseis dos ancestrais dos chimpanzés. É que conhecemos em detalhes quase todos os fósseis de hominídeos entre Toumai e o *sapiens*, mas onde estão aqueles entre o ancestral comum de chimpanzés e humanos e os ancestrais dos chimpanzés de hoje? Ou seja, ou o lado dos chimpanzés está repleto de lacunas ou o lado dos hominídeos contém certo exagero.

Há muito tempo, estabeleceu-se o consenso, por exemplo, de que onças, leopardos, leões e tigres são espécies diferentes (isso parece óbvio, é só olhar para eles, não precisa ser um paleontólogo de formação para se chegar a essa conclusão). Todas as espécies diferentes pertencem ao mesmo gênero, o gênero *Panthera*. Mas, no que toca aos hominídeos, muitas vezes até os especialistas

deparam com dificuldade em estabelecer diferenças entre as diversas espécies do gênero homo.

Talvez seja por tudo isso que se registra, nos dias de hoje, o início de uma reação de parte da comunidade científica internacional naquilo que se considera como certa inflação de espécies hominídeas. Segue nessa linha a descoberta ocorrida recentemente. Em 2013, vários fósseis de crânios de hominídeos antigos foram coletados em Dmanisi, na Geórgia. Esses novos achados fortaleceram a corrente dos que entendem que o *erectus* é uma espécie só, que abarca o que antes se entendia como outras espécies, como o *Homo ergaster*, o *Homo rudolfensis* e o *Homo habilis*. Alguns pesquisadores estão, de fato, se rebelando contra o que apontam como exagero na classificação das diferentes espécies do gênero homo, porque as diferenças morfológicas entre os fósseis encontrados não justificariam tamanha separação. Daí que entendem que a maioria das espécies classificadas como pertencentes ao gênero homo deve ser reclassificada como relacionada apenas à espécie *Homo erectus*. As outras seriam, no máximo, uma subespécie desta.

Os pesquisadores brasileiros Walter Neves, Pedro da Glória e Clóvis Monteiro, do Laboratório de Estudos Evolutivos Humanos da USP, parecem concordar com a tese. Discorrendo sobre o impacto da descoberta dos fósseis em Dmanisi, eles afirmaram: “A principal revolução que Dmanisi provoca na paleoantropologia é mostrar que existia uma impressionante variabilidade entre os indivíduos do mesmo grupo e, portanto, várias diferenças morfológicas observadas em crânios isolados em diferentes lugares do mundo e que foram interpretados como espécies diferentes podem, muito bem, fazer parte da diversidade dentro de uma mesma espécie”. Mais à frente acrescentaram: “Isso mostra que não há problema em reunir todos os primeiros homo em uma mesma espécie – *Homo erectus* –, pois a variação dentro dela não será maior do que a existente hoje entre os chimpanzés”. [87]

Um exemplo dessa sanha em nominar espécies novas parece ser o caso dos italianos que descobriram, segundo eles, uma nova espécie do gênero homo. Trata-se do *Homo cepranensis*, o homem de Ceprano. O fóssil constitui-se de um crânio despedaçado e incompleto de idade controversa de 450 a 900 mil anos, achado na Itália, na pequena cidade de Ceprano, daí o nome de batismo da espécie. Enquanto o bairrismo dos italianos os fazem defender ser uma nova espécie, a maioria da comunidade científica internacional classifica como mais um fóssil do *Homo erectus*. Esse também pode ser o caso de três outras espécies relativamente desconhecidas e controversas, os putativos *Homo gautengensis*, *tsaichangensis* e *helmei*.

Para complicar ainda mais o quadro, o gênero homo acaba de acolher mais

uma espécie. O *Homo naledi*. Em setembro de 2015, foi anunciada a entrada em cena de mais um hominídeo, a nova espécie do gênero homo. Cuida-se do *Homo naledi*. Naledi vem do nome da câmara mortuária de onde foram retirados os restos de quinze hominídeos, e que significa estrela, na língua local, portanto, o novo hominídeo é o homem das estrelas. A caverna subterrânea de onde as ossadas foram recolhidas chama-se Rising Star (estrela em ascensão). O novo espécime constitui um mosaico de características de australopitecíneos com *sapiens*, o que tem intrigado bastante os pesquisadores. A prospecção da caverna, que se situa a cerca de cinquenta quilômetros de Joanesburgo, na África do Sul, se deu de novembro de 2013 a março de 2014, pela equipe liderada pelo paleoantropólogo Lee Berger, o mesmo que descobrira o *Australopithecus sediba* em 2008. O *naledi*, que ainda não foi datado, apresentava um cérebro do tamanho de um chimpanzé, media 1,5 metro e pesava 45 quilos. Chris Stringer, do Museu de História Natural de Londres, uma autoridade no assunto, considerou a descoberta desafiadora: “Alguns aspectos do *Homo naledi*, como as mãos, os punhos e os pés, estão muito próximos aos do homem moderno. Ao mesmo tempo, o pequeno cérebro e a forma da parte superior do corpo são mais próximos aos de um grupo pré-humano chamado *australopithecus*”!

O homem de Neandertal

O holandês Philippe-Charles Schmerling foi quem primeiro descobriu um fóssil de um homem de Neandertal, nosso parente extinto mais próximo. Encontrou um crânio no interior de uma caverna, em Engis, na Bélgica, no ano de 1829, trinta anos antes, portanto, da publicação do famoso livro de Darwin. Após isso, em 1848, o capitão da marinha britânica, Edmund Flint, identificou em uma caverna, em Gibraltar[88], o crânio de uma fêmea adulta. Finalmente, em 1856, no vale de Neander, perto de Düsseldorf, na Alemanha, trabalhadores colidiram com ossadas que pensavam pertencer a restos de um urso. Entregaram o achado a um naturalista amador, Johann Carl Fuhlrott, que, por sua vez, os encaminhou ao anatomista Hermann Schaaff Hausen. Entretanto, foi somente em 1864 que o geólogo William King propôs para a espécie o nome de *Homo neanderthalensis*, uma alusão ao local da descoberta do fóssil de 1856, tornando-se, assim, a primeira espécie de hominídeo fóssil a ser nominada no mundo. Nesse mesmo ano de 1864, o crânio descoberto em Gibraltar foi levado a um encontro promovido pela Associação Britânica para o progresso da ciência. Darwin não pôde participar porque estava doente, mas o amigo Charles Lyell conseguiu levar o fóssil à sua residência para que pudesse examiná-lo. Darwin achou a descoberta “maravilhosa”.

No início de 1996, em Munique, na Alemanha, o pesquisador Svante Pääbo recebeu um chamado de comparecimento ao laboratório. Seus orientandos acabavam de comparar a sequência do DNA mitocondrial (aquele que é transmitido somente pela linha materna) de um pedaço de um osso de um Neandertal com a mesma sequência já previamente conhecida de um DNA de um homem moderno. As duas sequências genéticas eram diferentes. Aquele osso não pertencia a um humano moderno. Foi a primeira prova de DNA de que o Neandertal (que já se sabia não pertencer à espécie *sapiens* pelas características morfológicas) e o *sapiens* são de fato espécies distintas. O sequenciamento genético de um fóssil antigo não é fácil. Isso porque, quando uma pessoa morre, o DNA começa a se despedaçar, tornando difícil a remontagem. Pääbo afirma que é impossível recuperar a sequência do DNA de um fóssil muito antigo. Ajuda na remontagem se o fóssil tiver sido congelado, porque isso preserva mais sua estrutura original, mas, mesmo congelado, um milhão de anos seria o limite, estima Pääbo.

Quando você vir o esqueleto de um Neandertal ao lado do esqueleto de um homem moderno exposto no Museu Americano de História Natural vai perceber diferenças entre eles (as diferenças são pequenas, mas perceptíveis). Em termos

genéticos, a diferença morfológica é de apenas 0,12%. Descobrir onde estão esses 0,12% nos genes é a missão de Pääbo. Se ele conseguir identificar quais genes específicos representam essa diferença, isso pode ser a chave para descobrirmos os genes responsáveis pelo nosso sucesso como espécie porque, mesmo sendo uma espécie mais nova que o Neandertal, nós, *sapiens*, tivemos um desenvolvimento intelectual que fez toda a diferença, a ponto de construirmos uma sociedade tecnologicamente avançada, feito que o Neandertal, mesmo dispondo de muito mais tempo, jamais conseguiu alcançar.

O homem de Neandertal detinha uma anatomia robusta. Entroncado, era mais baixo e mais forte que o *sapiens*, embora o tamanho médio do cérebro fosse um pouco superior. Viveu predominantemente na fria Europa por mais de cem mil anos, até a chegada do *sapiens*. Calcula-se que a população de neandertais tenha chegado a setenta mil indivíduos. Era um exímio caçador e fabricante de ferramentas de pedras sofisticadas, pertencentes à tradição mousteriana. Desenvolveu alguma forma primitiva de comunicação. Vivia em grupos, controlava bem o fogo, alimentava-se essencialmente de carne e ocasionalmente de plantas, inclusive de carne assada e de plantas cozidas. Pescava e comia moluscos, peixes, focas e golfinhos. Construiu e se utilizou de embarcações primitivas feitas de troncos de árvores, morava em abrigos feitos de madeira ou de ossos de animais, fabricava e usava roupas. Era capaz de abater presas grandes, como cervos, cabras selvagens, porcos do mato, mamutes, rinocerontes, touros e elefantes. Enterrava os mortos e se enfeitava com ornamentos. Datado de 350 a 28 mil anos atrás, é representado por mais de uma centena de fósseis espalhados pela Europa e pela Ásia.

Em 2009, o Instituto Max Planck, da Alemanha, anunciou o primeiro sequenciamento completo do DNA de um deles. Comparações entre o DNA do Neandertal e do *sapiens* indicam que compartilharam um ancestral comum entre 350 a 400 mil anos atrás. Esse ancestral era, provavelmente, o *Homo heidelbergensis*. Após residirem sozinhos no continente por um longo período de tempo, os neandertais desapareceram da Europa por volta de quarenta mil anos atrás. Uns cinco mil anos antes, o *sapiens* houvera alcançado a Europa. Durante os cinco mil anos em que dividiram o continente europeu, registrou-se alguma forma de cruzamento entre eles. Em 2014, uma equipe de pesquisadores, que estudou cerca de quarenta sítios arqueológicos na Europa, confirmou que o homem de Neandertal, de fato, desapareceu do continente europeu em torno de quarenta mil anos atrás.

Menino do Lapedo. O Neandertal português?

Em 1998, uma equipe, coordenada pelo paleoantropólogo português João Zilhão, encontrou, em uma caverna no vale do Lapedo, denominada abrigo do Lagar Velho, em Portugal, um esqueleto quase completo de uma criança, datada de 24.500 anos, com aparência intermediária entre o Neandertal e o *sapiens*. O achado sugere que conservava características herdadas de cruzamentos ancestrais entre neandertais e *sapiens*, hipótese que fala a favor da miscigenação entre as duas espécies. Com efeito, evidências genéticas apontam para um cruzamento entre neandertais e humanos entre sessenta e cinquenta mil anos atrás. O sepultamento em uma cova seguiu rituais fúnebres, com fogo aceso, incineração de um ramo de pinheiro e oferta de um coelho, disposto ao lado do corpo da criança, além de carne de veado. Encontrava-se a criança vestida com uma mortalha de pele tingida de ocre. Ostentava um colar feito de concha e um adorno de dentes de veado na cabeça.

A mulher X

Denis era um ermitão russo que morou em uma caverna na Sibéria no século XVIII. A Sibéria é bastante conhecida pelas temperaturas baixas. No interior da caverna, o termômetro chegava a zero grau Celsius. Isso é muito bom para a conservação do DNA. Foram as condições excepcionais de preservação que permitiram que fosse extraído e sequenciado o DNA do material fóssil encontrado. A descoberta ocorreu no ano de 2008, por uma equipe de pesquisadores da Academia Russa de Ciências, tendo à frente Michael Shunkov. Tudo o que foi achado consistiu apenas em um pequeno fragmento de dedo e dois dentes, mas o suficiente para que a equipe de cientistas do Instituto Max Planck, liderada por Johannes Krause e Svante Pääbo, pudesse sequenciar o DNA. O resultado foi surpreendente. A análise demonstrou que o fóssil possuía 41 mil anos. A sequência genética difere da de neandertais e *sapiens*, cujos restos fósseis também se encontravam presentes no local da descoberta. A caverna siberiana ficou conhecida como o único local no mundo em que se pode encontrar, ao mesmo tempo, restos mortais pertencentes a três espécies de hominídeos distintas. A mulher X foi batizada em 2010 como uma nova espécie de hominídeo, o homem de Denisova. A conclusão é a de que Denisova, Neandertal e *sapiens* compartilharam um ancestral comum há um milhão de anos, aproximadamente. A análise aponta, ainda, que o homem de Denisova surgiu a partir de uma migração autônoma e independente da que fez o Neandertal e, posteriormente, o *sapiens*, ao deixarem a África. E também distinta da migração anterior do *erectus*.

Já na Espanha, no sítio arqueológico Sima de Los Huesos, na serra de Atapuerca, foi encontrado o fêmur de um denisovano de quatrocentos mil anos, destruindo, assim, o mito de que a Europa fora habitada somente por neandertais e, posteriormente, por *sapiens*. O estudo conseguiu sequenciar o DNA mitocondrial a partir do osso de um fêmur, constituindo-se o mais antigo DNA de ancestral humano sequenciado até hoje.[89]

De tudo isso, extrai-se que, na Europa de 50 a 45 mil anos atrás, conviviam e, ocasionalmente, faziam sexo e tinham filhos, três espécies de hominídeos. Neandertais, *sapiens* e denisovanos. O fato de havermos feito sexo entre a gente é comprovado porque ainda restam, em nossos DNA(s) de hoje, fragmentos de DNA de neandertais e de denisovanos. Além disso, a sequência genética (DNA) de fósseis de neandertais, *sapiens* e denisovanos é diferente, enquanto a sequência de qualquer fóssil de dois *sapiens* é exatamente igual, assim como a de dois neandertais ou de dois denisovanos. Se se extrair o DNA do dedo da mão

esquerda de um *sapiens* de cinquenta mil anos, achado na África, e o comparar com o DNA do fragmento de uma clavícula de um *sapiens* de trinta mil anos, encontrado na Europa, a sequência das letrinhas (ACGT...) do DNA será rigorosamente igual. Da mesma forma ocorre com dois pedaços de ossos diferentes de neandertais ou denisovanos.

Por algum motivo misterioso, provavelmente ligado a melhor aptidão para sobreviver no meio em que vivia, o *sapiens* foi o único que restou dos três hominídeos. A vantagem que o *sapiens* detinha sobre os demais não era física, mas cognitiva. Se fosse disputar em uma arena corpo a corpo uma luta com o Neandertal, por exemplo, como se faz hoje nos ringues de vale tudo, o *sapiens* provavelmente perderia feio, pois o Neandertal era muito mais forte do que ele. Ora, se o *sapiens* era o mais bem adaptado, o mais bem preparado dos três, o que lhe possibilitou essa vantagem competitiva foi um desenvolvimento cerebral superior, ou seja, o *sapiens*, a partir de uma determinada época, passou a ser, muito provavelmente, o mais inteligente dos três. E o desenvolvimento cognitivo diferenciado só pode ter ocorrido por causa da única lei biológica da natureza que possibilita esse tipo de mudança. A Lei da Evolução pela seleção natural. Se a natureza selecionou os genes da inteligência diferenciada para o *sapiens* e não para o Neandertal ou para o Denisovano, era porque o *sapiens* estava por acaso no lugar certo e na hora certa. Além disso, a natureza assim o fez atendendo ao comando da mutação acidental ocorrida no material genético (DNA) do *sapiens*, ou seja, um duplo acaso (estar no lugar certo e na época certa = acaso + atender à mutação aleatória = acaso, ou seja, duplo acaso). Portanto, o que gostaríamos de enfatizar é que o motivo, em última instância, para que nós, e não os neandertais ou os denisovanos, alcançássemos a Lua, inventássemos o telefone portátil inteligente, fizéssemos filmes e escrevêssemos livros, deveu-se, mais uma vez, sobretudo, ao acaso.

Humanos modernos

> *Até onde sabemos, de um ponto de vista puramente científico, a vida humana não tem sentido algum. Os humanos são o resultado de processos evolutivos cegos que atuam sem propósito ou objetivo. Nossas ações não são parte de um plano cósmico divino, e, se o planeta Terra explodisse amanhã, o Universo provavelmente seguiria em frente como de costume. Até onde podemos afirmar no presente momento, a subjetividade humana não faria falta. Portanto, qualquer significado que as pessoas atribuem à própria vida é apenas uma ilusão.*
>
> YUVAL NOAH HARARI

> *O significado da vida é encontrar significado na vida.*
>
> MARCELO GLEISER

Era domingo à noite. Minha filha de nove anos pediu-me para ler uma estorinha que teria de apresentar na manhã seguinte na escola. Deitamos juntos na rede do quarto. Empolguei-me quando vi que a estória era sobre a origem da Via Láctea. Antes de começar a ler, propus-lhe que eu falasse sobre a Via Láctea. Comecei explicando que ela morava em um quarto, dentro de uma casa, que essa casa ficava em um prédio, que o prédio em uma rua, bairro, cidade, estado, país, continente, planeta, até chegar ao Sistema Solar e, por último, à nossa galáxia Via Láctea. Acrescentei ainda que essa não era a única galáxia do Universo e que havia vários sistemas de estrelas como o Sol, orbitado por vários planetas, e que, no Universo, existiam muitas galáxias como a nossa, porque ele era imenso, praticamente infinito! Depois da explanação, começamos a ler a estória. Todavia, para minha surpresa, a estória de como surgira a Via Láctea do livrinho infantil era uma estória diferente. No livro, duas tribos indígenas entraram em guerra por causa de comida. Em época de estiagem e escassez de alimento, elas disputavam a posse da farinha de mandioca. Um dos índios fugiu com um saco de farinha nas costas para escondê-lo em um abrigo no alto de uma montanha. Outro índio da tribo rival percebeu e disparou uma flecha que atingiu o saco. A farinha espalhou-se pelo céu, formando uma nuvem de farinha. Foi assim que surgira a Via Láctea!

Somos, atualmente, as únicas espécies do planeta a imaginar essas duas estórias e a poder transmiti-las através de gerações sucessivas. A segunda estória representa um mito de criação. Estórias como essa foram contadas por dezenas

de povos espalhados pelo mundo ao longo de gerações. Algumas dessas estórias tornaram-se versões oficiais da criação, porque foram adotadas por seitas que se espalharam e cresceram, transformando-se em religiões, ou por tribos indígenas que viviam por seus mitos. A outra história, a primeira, que contei à minha filha, é a história oficial, aquela que é narrada pela ciência. Nós, eu e minha filha, pertencemos à única espécie animal sobrevivente capaz de imaginar e contar esses dois tipos diferentes de narrativas, porque somos uma espécie que desenvolveu uma característica que as outras ainda não conseguiram, a capacidade cerebral diferenciada, que nos permite sermos o que somos. Essa revolução cognitiva foi o que nos permitiu dominar o planeta.

A única espécie sobrevivente do gênero homo é a nossa, o *Homo sapiens*.[90] Todas as outras se extinguiram. Podemos ser ainda mais refinados e afirmarmos que a espécie é a do *Homo sapiens sapiens*, considerada a do homem moderno, uma subespécie do *Homo sapiens*. Nós, o *homo sapiens sapiens*, os homens anatomicamente modernos, somos descendentes diretos do *Homo sapiens idaltu*, subespécie já extinta. Idaltu quer dizer primogênito na língua local etíope. Os restos de 160 mil anos do *Homo sapiens idaltu*, também conhecido como homem de Herto, foram encontrados por Tim White em 1997 na região do Triângulo de Afar, no Vale Médio do rio Awash, na Etiópia, em um local de formação de camadas vulcânicas, Herto Bouri. A descoberta, contudo, só foi anunciada em 2003. O *idaltu* é portador de características mais arcaicas que as do homem anatomicamente moderno, o *sapiens sapiens*. White imagina que o *rhodesiensis* seja o ancestral do *idaltu*. A hipótese, então, é a de que tenhamos progredido a partir do *sapiens* arcaico em direção ao *sapiens idaltu* e de lá para o *sapiens sapiens*. De acordo com evidências fósseis e genéticas, o *sapiens sapiens* evoluiu do *sapiens* arcaico a partir de duzentos mil anos atrás, na África. O mais antigo fóssil do *Homo sapiens sapiens* foi achado em Omo, na Etiópia, e é datado de 195 mil anos. São vários os achados que ficaram conhecidos como “Os restos de Omo”, encontrados entre 1967 e 1974, próximo ao rio Omo, pela equipe dirigida por Richard Leakey.

Tendo evoluído do *sapiens* arcaico depois de duzentos mil anos atrás, esses homens anatomicamente modernos (*sapiens sapiens*) deixaram a África em torno de 125 mil anos atrás em direção à Ásia. Lá eles encontraram o *Homo erectus*, que posteriormente foi extinto. O *Homo sapiens sapiens* chegou à Europa por volta de cinquenta mil anos atrás. Esse homem moderno europeu é chamado de homem de Cro-magnon. Lá ele encontrou o homem de Neandertal, que ali vivia há cerca de duzentos mil anos. Cro-magnon e Neandertal conviveram na Europa por cerca de cinco mil anos e ocorreu entre eles alguma forma de miscigenação. Neandertais, posteriormente, também se extinguiram.

Restamos apenas nós, o *sapiens sapiens*, o homem moderno.

Não faz tanto tempo assim que a humanidade começou a trilhar seu caminho pela Terra. A única espécie sobrevivente do gênero homo, o moderno *Homo sapiens*, deixou o continente africano faz pouquíssimo tempo e, há menos tempo ainda, pôde desenvolver um cérebro capaz de se perceber e um pensamento criativo e abstrato, expresso no que nominamos de cultura. Fez parte da tradição cultural a invenção das religiões, que, por meio dos primeiros pregadores, apresentaram várias versões para a História do Homem na Terra. Criaram deuses, depois os reduziram a um só. Inventaram profetas e escolheram uma pessoa para ser o filho humano de Deus. Essa tradição religiosa enraizou-se há pelo menos dois mil anos na cultura humana, passada de pai para filho com a ajuda e intercessão de pregadores, pastores e padres. Fomos criados nessa tradição e é muito difícil nos libertarmos dela. Em contraste, foi proposta apenas recentemente uma versão alternativa, levada a público timidamente por um camarada chamado Charles Darwin, há apenas pouco mais de 150 anos. Ocorre que praticamente todas as pessoas conhecem e acreditam na primeira versão, a estória contada pelas religiões dos mais diversos matizes. Apenas um número muito reduzido conhece e acredita na versão darwiniana sobre a História do Homem. Não sabemos em quanto tempo a versão dois superará a versão um, mas chegará um dia no futuro da humanidade em que essa equação se inverterá. A versão contada pelas Escrituras e pelos livros sagrados fará parte da história, mas não será mais "a história"! A religião contou com a Idade Média para se consolidar e se incrustar na alma das pessoas, mas o tempo hoje não corre mais na mesma velocidade do que no passado. Talvez não se precise mais de um milênio para se inverter o quadro.

Nunca se imaginou, nem se almejou chegar a esse ser complexo, evoluído, inteligente, sociável, bonito fisicamente, que atende pelo nome de *Homo sapiens sapiens*. A Terra nunca foi criada para ele, mas aqui ele está, fez sua casa, construiu o seu lugar e mora com sua família. Luta contra as doenças, briga, diverte-se, mata, faz mal e bem aos outros e segue seu caminho, sem propósito nem finalidade, sem rumo. Ilude-se, como se ocupasse algum lugar de destaque cósmico. Julga que é relevante para o Universo. Pensa ser o dono da Terra e se acha superior. Inventou a noção de propriedade, descobriu uma maneira de viver em sociedade, construiu o Estado, elaborou regras de convivência. Entretanto, quando o Universo iniciou-se, há quase catorze bilhões de anos, e, quando a Terra surgiu, há quase cinco bilhões de anos, ele não estava nos planos quer de um, quer de outra. A única regra que levou ao surgimento do *Homo sapiens sapiens*, esse ser que ocupa o final da história, imaginando-se o pináculo do processo evolutivo, foi a evolução pela seleção natural e o acaso. Chegamos,

enfim, ao *Homo sapiens sapiens* por causa das seguintes leis que existem na natureza:

- A evolução é um processo cego.
- A evolução é um processo de tentativa e erro.
- A natureza produz diversidade.
- A evolução fixa uma vantagem competitiva.
- A evolução seleciona uma vantagem competitiva pinçada da diversidade produzida pela natureza.
- A fixação de uma vantagem competitiva transmite-se às gerações seguintes.
- A fixação das vantagens competitivas ao longo das gerações é o que vemos como o progresso.
- A evolução não tem projeto.
- A evolução não é direcional.
- A evolução não almeja chegar a um fim.
- A evolução não nos protege da aleatoriedade.

Agora já temos uma resposta para os dois casos formulados na introdução deste livro. O homem, produto da natureza, obedece a suas leis. É simplesmente a resultante do somatório do acaso com as regras da evolução pela seleção natural. Se não estivéssemos aqui, o Universo seria basicamente o mesmo, ou seja, só somos importantes para nós mesmos. Essa é a perspectiva real, a mensagem emanada da ciência e de suas leis acerca do lugar que ocupamos no Universo, embora não sejamos obrigados a nos sentirmos assim. Sob o nosso ponto de vista, somos uma espécie que evoluiu para se constituir na única capaz de elaborar um pensamento diferenciado, refinado, característica que nos distingue das demais. E, em razão disso, conseguimos enxergar e construir propósito e sentido para nossas vidas. É bom que seja assim!

Epílogo

Tradicionalmente a disciplina histórica divide-se em Pré-História, cujo objeto de estudo compreende os homens pré-históricos, e a História propriamente dita, que corresponderia à história que se passou após a invenção da escrita pelo homem. Em nossos livros, preferimos atribuir ao termo “História” um conceito bem mais amplo, porque entendemos que se refere a tudo que aconteceu desde a origem do Universo. A história compreenderia, nessa visão, o nascimento do Universo, passando pela origem e evolução da vida, pelo surgimento do homem, até os dias de hoje.[91] Aceitamos, porém, para efeito de nomenclatura, a divisão da História como consagrada pela terminologia tradicional. Nesse contexto, o que nominamos como História do Universo, da Vida e do Homem pode ser designado como história natural, mas não deixa de ser, em essência, um objeto de estudo pertencente ao ramo do saber histórico.

Acompanhamos a evolução do homem desde os primórdios, há sete milhões de anos, até quando deixou a África para se estabelecer na Europa por volta de cinquenta mil anos atrás. Após conviver por lá com outras espécies, passou a reinar sozinho naquele continente. Viveu pela Europa e rumou em direção ao Novo Mundo, via Estreito de Bering, em torno de quinze mil anos antes de Cristo. Foi a primeira e verdadeira descoberta da América. Trilhou esse caminho em pequenos grupos, por meio de longas jornadas a pé. Daqui em diante, terão de ser contadas duas histórias distintas, porque a humanidade se dividiu. Os que permaneceram na Eurásia construíram uma civilização completamente diferente daqueles que se dirigiram às Américas. Os que se estabeleceram por aqui viveram isolados até haver o grande encontro de civilizações, a redescoberta da América, perto de 1500.

Como se viu, a história dos hominídeos antigos é repleta de surpresas. Embora muito tenha avançado, ainda não terminou. Há mistérios por se desvendar. É uma bela trajetória, assustadoramente comovente. Talvez reste pouco por se descobrir. O emaranhado de ideias e teses já foi muito mais complicado. Estamos decifrando-o aos poucos. Compete-nos, agora, sobretudo, honrar a história dos antepassados. A melhor maneira de fazer isso é conhecendo-a e divulgando-a. A indiferença quanto ao passado pode nos custar caro, pois isso, como sabemos, cobra o preço da repetição indesejada e inoportuna.

Foi saboroso poder partilhar com os leitores todos esses temas e, para nós, a experiência foi uma aventura e tanto, mas a história não pode parar... Como os

leitores já devem ter percebido, não somos adeptos de livros quilométricos. Preferimos publicações menores, que contem histórias que possam informar e divertir, sem se descurar do rigor científico. Como não somos dotados da criatividade dos romancistas, construímos livros de não ficção, particularmente os do gênero histórico. Também não nos consideramos fãs do gênero ficção científica, por isso talvez não sejamos apreciadores de todas as obras de Isaac Asimov, embora lhe admiremos o talento e vasto número de livros que deixou escritos. Também não apreciamos obras que procuram profetizar o futuro, mesmo aquelas de cunho científico que se propõem a traçar um cenário para o que vem por aí, inclusive em termos cosmológicos.

A primeira trilogia, esta coleção de história natural, tratou dos três temas mais importantes do conhecimento humano, História do Universo, da Vida e do Homem. Queremos, por fim, deixar registrado aqui o reconhecimento ao talento do Daniel Brandão. Ele foi o responsável pelas ilustrações que você encontrou neste livro. Daniel possui um estúdio de desenho, onde ministra cursos. Foi aluno da “Joe Kubert School of Cartooning and Graphic Arts”, em Nova Jérsei e já trabalhou para a DC Comics, Marvel, Dark House, Abril e Mauricio de Sousa. Também reverenciamos a habilidade do Carlos Eduardo Gomes, responsável pelas belas capas da coleção. Agradecemos ainda a caprichosa revisão do professor Myrson Lima, que permite que os leitores tenham acesso a um texto escrito de acordo com a língua padrão.

Bibliografia

LIVROS:

Anelli, Luiz Eduardo. **Dinossauros e outros monstros**: uma viagem à pré-história do Brasil. São Paulo: Peirópolis; Edusp, 2015.

Arsuaga, Juan Luis. **O colar do Neandertal**. São Paulo: Globo, 2005.

Baker, Joanne. **50 ideias de física quântica que você precisa conhecer**. São Paulo: Planeta, 2015.

Benton, Michael. **Vertebrate Palaeontology**. 4th ed. Oxford: Wiley Blackwell, 2015.

. **When life nearly died**: the greatest mass extinction of all time (revised edition) (e-book). London: Thames & Hudson, 2015.

Bohm, David. **Causalidade e acaso na física moderna**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2015.

Bowler, Peter. **Evolution**: the history of an idea. Berkeley: University of California Press, 2009.

Brown, Cynthia Stokes. **A grande história**: do Big Bang aos dias de hoje. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2010.

Browne, Janet. **Charles Darwin**: o poder do lugar. São Paulo: Unesp, 2011.

. **Charles Darwin**: viajando. São Paulo: Unesp, 2011.

Brunet, Michel. **Origine et histoire des hominidés**. Paris: Collège de France/Fayard, 2008.

. **D'Abel à Toumaï**. Paris: Odile Jacob, 2006.

Carroll, Sean. **The big picture**: on the origins of life, meaning, and the universe itself. New York: Dutton, 2016.

Carroll, Sean B. **The serengeti rules**: the quest to discover how life works and why it matters. Princeton: Princeton University Press, 2016.

Coppens, Yves; Picq, Pascal (ed.). **Aux origines de l'humanité**: de l'apparition de la vie à l'homme moderne. Paris: Fayard: 2002.

Coppens, Yves. **L'Histoire de l'Homme**. Paris: Odile Jacob, 2008.

Cowen, Richard. **History of life**. Malaysia: Wiley-Blackwell, 2013.

Coyne, Jerry A. **Por que a evolução é uma verdade**. São Paulo: JSN, 2014.

Darwin, Charles. **A origem das espécies**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

Dawkins, Richard. **A escalada do monte improvável**. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.

. **O relojoeiro cego**. São Paulo: Companhia das Letras, 2001.

. **O maior espetáculo da Terra**. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

Desmond, Adrian; Moore, James. **Darwin**: a vida de um evolucionista atormentado. São Paulo: Geração Editorial, 2001.

Diamond, Jared. **O terceiro chimpanzé**. Rio de Janeiro: Record, 2010.

. **Armas, germes e aço**. Rio de Janeiro: Record, 2010.

Eldredge, Niles. **O triunfo da evolução**. Ribeirão Preto: Funpec, 2010.

Erwin, Douglas; Valentine, James. **The cambrian explosion**. Greenwood Village: Roberts and Company, 2013.

Fagan, Brian. **Cro-Magnon**. New York, Bloomsbury: 2010.

Fara, Patricia. **Uma breve história da ciência**. São Paulo: Fundamento, 2014.

Foley, Robert. **Os humanos antes da humanidade**. São Paulo: Unesp, 2003.
Francis, Richard C. **Epigenética**: como a ciência está revolucionando o que sabemos sobre hereditariedade. Rio de Janeiro: Zahar, 2015.
Freeman, Scott; Herron, Jon C. **Análise evolutiva**. 4ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
Futuyma, Douglas. **Evolution**. Massachusetts: Sinauer, 2013.
Galfard, Christophe. **O Universo em suas mãos**. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2016.
Gallien, Claude-Louis. **Homo**: histoire plurielle d'un genre très singulier. Paris: Quadrige/PUF, 2002.
Gibbons, Ann. **The first human**: the race to discover our earliest ancestors. New York: Anchor Books, 2007.
Gleiser, Marcelo. **Criação imperfeita**: cosmo, vida e o código oculto da natureza. Rio de Janeiro: Record, 2010.
. **A ilha do conhecimento**: os limites da ciência e a busca por sentido. Rio de Janeiro: Record, 2014
. **The simple beauty of the unexpected** (e-book). Lebanon: ForeEdge, 2016.
Gould, Stephen Jay. **Vida maravilhosa**: o acaso na evolução e a natureza da história. São Paulo: Companhia das Letras, 1990.
. **Lance de dados**: a ideia de evolução de Platão a Darwin. Rio de Janeiro: Record, 2001.
. (general editor). **The book of life**. New York: Norton, 2001.
Groenen, Marc. **Le Paléolithique**. Paris: Le Cavalier Bleu, 2008.
Greene, Brian. **A realidade oculta**: universos paralelos e as leis profundas do cosmo. São Paulo: Companhia das Letras, 2012.
Guimarães, Alberto Passos. **A pedra com alma**: a fascinante história do magnetismo. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2011.
Halpern, Paul. **Fronteiras do Universo**: uma viagem aos limites do horizonte cósmico. São Paulo: Cultrix, 2015.
Harari, Yuval Noah. **Sapiens**: uma breve história da humanidade. Porto Alegre: L&PM, 2016.
Harrison, Keith. **Você**: o peixe que evoluiu. São Paulo: Cultrix, 2009.
Haviland, William [et al.]. **Evolution and Prehistory**. Belmont: Wadsworth, 2013.
Jablonka, Eva; Lamb, Marion. **Evolution in four dimensions**: genetic, epigenetic, behavioral, and symbolic variation in the history of life (revised edition). Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2014.
Jastrow, Robert; Rampiro, Michael. **Origins of life in the Universe**. New York: Cambridge University Press, 2008.
Johanson, Donald; Wong, Kate. **Lucy's legacy**: the quest for human origins. New York: Harmony books, 2009.
Kirschvink, Joe; Ward, Peter. **A new history of life**. New York: Bloomsbury Press, 2015.
Kolbert, Elizabeth. **A sexta extinção**. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2015.
Kragh, Helge. **Quantum generations**: a history of physics in the twentieth century. Princeton: Princeton University Press, 2002.
Krauss, Lawrence. **Um Universo que veio do nada**. São Paulo: Paz & Terra, 2013.
Lane, Nick. **The vital question** (e-book). New York: Norton, 2015.
Leite, Marcelo. **Darwin**. São Paulo: Publifolha, 2009.
Lightman, Alan. **The accidental Universe**. New York: Vintage books, 2014.
Lopes, Reinaldo José. **Além de Darwin**. São Paulo: Globo, 2009.
Maclachlan, James. **Galileu Galilei**: o primeiro físico. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.
Margulis, Lynn; Sagan, Dorian. **Microcosmos**: quatro bilhões de anos de evolução de nossos ancestrais microbianos. São Paulo: Cultrix, 2004.
Mayr, Ernst. **Biologia**: ciência única. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
. **O que é a evolução**. Rio de Janeiro: Rocco, 2009.
McEvoy, J.P.; Zarate, Oscar. **Entendendo teoria quântica**. São Paulo: Leya, 2012.
Mlodinow, Leonard. **O andar do bêbado**: como o acaso determina nossas vidas. Rio de Janeiro: Zahar, 2009.

. **De primatas a astronautas**. Rio de Janeiro: Zahar, 2015.
Monod, Jacques. **O acaso e a necessidade**. Petrópolis: Vozes, 2006.
Mosley, Michael. **Uma história da ciência**. Rio de Janeiro: Zahar, 2011.
Neves, Walter; Rangel, Miguel; Murrieta, Rui (orgs.). **Assim caminhou a humanidade**. São Paulo: Palas Athena, 2015.
Pääbo, Svante. **Neanderthal man**: in search of lost genomes (e-book). New York: Basic books, 2015.
Palmer, Douglas. **Evolução**: a história da vida. São Paulo: Larousse, 2009.
Picq, Pascal. **Les origines de l'homme**. Paris: Éditions Tallandier, 2005.
. **Darwin e a evolução explicada aos nossos netos**. São Paulo: Unesp, 2015.
Pross, Addy. **What is life**: how chemistry becomes biology (e-book). Oxford: Oxford University Press, 2012.
Randall, Lisa. **Dark matter and the dinosaurs**: the astounding interconnectedness of the universe (e-book). New York: HarperCollins, 2015.
. **Batendo à porta do céu**: o bóson de Higgs e como a física ilumina o universo. São Paulo: Companhia das Letras, 2013.
Reynolds, Eric [ed.]. **Origins**: tales of human evolution. Overland Park: Hadley Rille Books, 2009.
Ridley, Mark. **Evolução**. 3. ed., Porto Alegre: Artmed, 2006.
Ridley, Matt. **O que nos faz humanos**. Rio de Janeiro: Record, 2008.
Roberts, Alice. **Evolution**: the human history. London: Dorling Kindersley, 2011.
Roberts, Royston. **Descobertas acidentais em ciência**. 2. ed. Campinas: Papirus, 1995.
Rovelli, Carlo. **Sete breves lições de física**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2015.
Rutherford, Adam. **Criação**: a origem da vida. Rio de Janeiro: Zahar, 2014.
Sadava, David [et al.]. **Vida**: a ciência da biologia. 8. ed. v. II, Porto Alegre: Artmed, 2009.
Sagan, Carl. **Cosmos**. Rio de Janeiro: Francisco Alves Editora, 1989.
Scarre, Chris [ed.]. **The human past**. New York: Thames & Hudson, 2009.
Shubin, Neil. **A história de quando éramos peixes**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
Smith, John Maynard; Szathmáry, Eörs. **As origens da vida**. Lisboa: Gradiva, 2007.
Sobel, Dava. **Um céu mais perfeito**: como Copérnico revolucionou o cosmos. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.
Stefoff, Rebecca. **First Humans**. New York: Marshall Cavendish, 2010.
Stringer, Chris. **Lone survivors**. New York: Times books, 2012
Sykes, Bryan. **As sete filhas de Eva**. Rio de Janeiro: Record, 2003.
Tattersall, Ian. **Masters of the planet**. New York: Macmillan, 2012
Trigueiro, Edmac. **História do Universo**. Osasco: Novo Século, 2011.
_____. **História da Vida**. Barueri: Novo Século, 2015.
Tudge, Collin. **O Elo**. Rio de Janeiro: Agir, 2010.
Tyson, Neil deGrasse. **Origens**: catorze bilhões de anos de evolução cósmica. São Paulo: Planeta do Brasil, 2015.
Waal, Frans de. **Eu, primata**. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.
Watson, James. **DNA**: o segredo da vida. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
Weinberg, Steven. **Para explicar o mundo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.
Wilson, Edward O. **A criação**. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.
Wrangham, Richard. **Pegando fogo**. Rio de Janeiro: Zahar, 2010.
Zimmer, Carl. **O livro de ouro da evolução**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

ARTIGOS

Arsuaga, Juan-Luis; Castro, José María Bermúdez de; Carbonell, Eudald [et al]. A hominid from the lower Pleistocene of Atapuerca, Spain: Possible ancestor to Neandertales and modern humans. **Science**, vol. 276, p. 1392-1395: Jun, 1997.

Arsuaga, Juan-Luis; Castro, José María Bermúdez de; Carbonell, Eudald [et al]. The first hominin of Europe. **Nature**, vol. 452, p. 465-469: Mar, 2008.

Asfaw, Berhane; Suwa, Gen; White, Tim. Ardipithecurs ramidus, a new species of early hominid from Aramis, Ethiopia. **Nature**, vol. 371, p. 306-312: 1994.

Asfaw, Berhane; Lovejoy, C.Owen; Suwa, Gen; White, Tim [et al]. Australopithecus garhi: a new species of early hominid from Ethiopia. **Science**, vol. 284, n. 5414, p. 629-635: Apr, 1999.

Asfaw, Berhane; Beyene, Yonas; Haile-Selassie, Yohannes; Lovejoy, C.Owen; Suwa, Gen; White, Tim; WoldeGabriel, Giday. Ardipithecus ramidus and the paleobiology of early hominids. **Science**, vol. 326, n. 5549, p. 75-86: Out, 2009.

Asfaw, Berhane; Kono, Reiko T.; Kubo, Daisuke; Lovejoy, C.Owen; Suwa, Gen; White, Tim. The Ardipithecus ramidus skull and its implications for hominid origins. **Science**, vol. 326, n. 5549, p. 86: Out, 2009.

Asfaw, Berhane; Carlson, Joshua P.; Lovejoy, C.Owen; Suwa, Gen; White, Tim. Neither chimpanzee nor human, Ardipithecus reveals the surprising ancestry of both. **PNAS**, vol. 112, n. 16, p. 4877-4884: Apr, 2015.

Ashton, Nick; Parfitt, Simon; Stringer, Chris [et al.]. Early Pleistocene human occupation at the edge of the boreal zone in northwest Europe. **Nature**, vol. 466, p. 229-233: Jul, 2010.

Ashton, Nick; Stringer, Chris [et al.]. Hominin footprints from early Pleistocene deposits at Happisburgh, UK. **PloS ONE**: Fev, 2014.

Berger, Lee R. [et al.]. Australopithecus sediba: a new species of homo-like australopith from South Africa. **Science**, vol. 329, p. 195-204: Apr, 2010.

Berger, Lee R. The mosaic nature of australopithecus sediba. **Science**, vol. 340, p. 163-165: Apr, 2013.

Brunet, Michel; Coppens, Yves; Pilbeam, David [et al]. The first australopithecine 2,500 kilometres west of the Rift Valley (Chad). **Nature**, vol. 378, p. 273-275: Nov, 1995.

Brunet, Michel; Pilbeam, David; Djimdoumalbaye, Ahounta [et al]. A new hominid from the Upper Miocene of Chad, Central Africa. **Nature**, vol. 418, p. 145-151: July, 2002.

Brunet, Michel; Vignaud, Patrick [et al]. Geology and palaeontology of the Upper Micocene Toros-Menalla hominid locality, Chad. **Nature**, vol. 418, p. 152-155: July, 2002.

Brunet, Michel. Sahelanthropus or ‘Sahelpithecus’?. **Nature** (brief communications - reply), vol. 419, p. 582: Oct, 2002.

Brunet, Michel; Coppens, Yves; Djimdoumalbaye, Ahounta; Pilbeam, David [et al]. Toumaï, Miocène supérieur du Chad, le nouveau doyen du rameau humain. : **Comptes Rendus Palevol**, vol. 3, n. 4, p. 277-285, 7/2004.

Brunet, Michel; Pilbeam, David [et al]. New material of the earliest hominid from the Upper Miocene of Chad. **Nature**, vol. 434, p. 752-755: April, 2005.

Brunet, Michel; Pilbeam, David [et al]. Virtual cranial reconstruction of Sahelanthropus tchadensis. **Nature**, vol. 434, p. 755-759: April, 2005.

Brunet, Michel; Lebatard, Anne-Elisabeth [et al]. Cosmogenic dating of Sahelanthropus tchadensis and Australopithecus bahrelghazali: Mio-Pliocene himinids from Chad. **PNAS**, vol. 105, n. 9, p. 3226-3231: Mar, 2008.

Coppens, Yves; Pickford, Martin; Senut, Brigitte [et al]. First hominid from the Miocene (Lukeino Formation, Kenya): **Comptes Rendus de l’Académie des Sciences**, vol. 332, n. 3: jan, 2001.

Crochet, Jean-Yves; Giles, Ruffet [et al]. Une nouvelle faune de vertébrés continentaux, associée à des artefacts dans le Pléistocène inférieur de l’Hérault (Sud de la France), vers 1,57 Ma.: **Comptes Rendus Palevol**: dez, 2009.

Dart, Raymond. Australopithecus africanus, the man-ape of South Africa. **Nature**, 115, p. 195-199: fev, 1925.

Ewen, Callaway. The discovery of Homo floresiensis: tales of the hobbit. **Nature**, 514, p. 422-426: oct, 2014.

Furtado, Gerardo. Epigenética e Lamarquismo. https://biologiaevolutiva.wordpress.com, jul, 2013.

Johanson, Donald; Kimbel, William; Leakey, Meave; Lockwood, Charles; Ward, Carol; Rak, Yoel. Was Australopithecus anamensis ancestral to A. Afarensis? A case of anagenesis in the hominin fossil record. **Journal of Human Evolution,** n. 51, p. 134-152: 2006.

Haile-Selassie, Yohannes. Late Miocene hominids from the Middle Awash, Ethiopia. **Nature**, vol. 412, p. 178-181: 2004.

Haile-Selassie, Yohannes; Suwa, Gen; White, Tim. Late Miocene teeth from Middle Awash, Ethiopia, and early hominid dental evolution. **Science**, vol. 303, n. 5663, p. 1503-1505: 2004.

Harmand, Sonia [et al.]. 3.3-million-year-old stone tools from Lomekwi 3, West Turkana, Kenya. **Nature**, vol. 251: 2015.

Jungers, William; Richmond, Brian. Orrorin tugenensis femoral morphology and the evolution of hominin bipedalism. **Science**, vol. 319, p. 1662-1664: mar, 2008.

Klages, Arthur. Sahelanthropus tchadensis: an examination of its hominin affinities and possible phylogenetic placement. **The University of Western Ontario Journal of Anthropology**, vol 16, p. 30-40: 2008.

Lordkipanidze, David [et al]. Postcranial evidence from early Homo from Dmanisi, Georgia. **Nature**, vol. 449, p. 305-310: Sep, 2007.

Lordkipanidze, David [et al]. A complete skull from Dmanisi, Georgia, and the evolutionary biology of early homo. **Science**, vol. 342, n. 6156, p. 306-311: Oct, 2013.

Leakey, Meave; Walker, Alan [et al]. New four-million-year-old hominid species from Kanapoi and Allia Bay, Kenya. **Nature**, vol. 376, p. 565-571: Aug., 1995.

Leakey, Meave; Walker, Alan [et al]. New specimens and confirmation of an early age for Australopithecus anamensis. **Nature**, vol. 393, p. 62-66: May, 1998.

Leakey, Meave; Walker, Alan; Ward, Carol. The new hominid species Australopithecus anamensis. **Evolutionary anthropology**, p. 197-205: 1999.

Leakey, Meave [et al]. New hominin genus from eastern Africa shows diverse middle Pliocene lineages. **Nature**, vol. 410, p. 433-440: Mar, 2001.

Leakey, Meave [et al]. Hominin diversity in the middle Pliocene of eastern Africa: the maxila of KNM-WT-40000. Philosophical Transactions. **R.Soc.London B Biol.Sci**.: Out, 2010.

Louchart, Antoine [et al]. Taphonomic, avian and small-vertebrate indicators of Ardipithecus ramidus habitat. **Science**, vol. 326, n. 5549, p. 66: Out, 2009.

Lovejoy, C.Owen [et al]. Careful climbing in the Miocene: the forelimbs of Ardipithecus ramidus and humans are primitive. **Science**, vol. 326, n. 5549, p. 70: Out, 2009.

Lovejoy, C.Owen [et al]. Combining prehension and propulsion: the foot of Ardipithecus ramidus. **Science**, vol. 326, n. 5549, p. 72: Out, 2009.

Neves, Walter. E no princípio... era o macaco! **Estudos avançados** 20 (58), p. 249-285:2006.

Pääbo, Svante; Meyer, Mattias; Arsuaga, Juan-Luis; Castro, José María Bermúdez de; Carbonell, Eudald [et al]. A mitochondrial genome sequence of a hominin from Sima de los Huesos. **Nature**, vol. 505, p. 403-406: Jan, 2014.

Patterson, Bryan [et al]. Hominid humeral fragment from early pleistocene of northwestern Kenya. **Science**, vol. 156, n. 3771, p. 64-66: Apr, 1967.

Pickering, Robyn. Australopithecus sediba at 1,977 Ma and implications for the origins of the genus homo. **Science**, vol. 333, p. 1421-1423: Sep, 2011.

Pickford, Martin. Late Miocene sediments and fossils from the northern Kenya Rift Valley. **Nature** n. 256, p. 279-284: Jul, 1975.

Pickford, Martin. Martin Pickford answers a few questions about this mouth's fast breaking paper in field of Geosciences. **Essential Science Indicators**: 2001.

Pickford, Martin; Senut, Brigitte. 'Millennium Ancestor', a 6-million-year-old bipedal hominid from Kenya. **South African Journal of Science** 97, p. 22: Jan/Feb, 2001.

Pickford, Martin; Senut, Brigitte. Sahelanthropus or 'Sahelpithecus'?. **Nature** (brief communications), vol. 419, p. 581-582: Oct, 2002.

Pickford, Martin; Senut, Brigitte [et al]. External and internal morphology of the BAR 1002’00 Orrorin tugenensis femur. **Science**, vol. 305, n. 5689, p. 1450-1453: Sep, 2004.

Pickford, Martin; Senut, Brigitte [et al]. An Ape or the Ape: Is the Toumaï Cranium TM 266 a Hominid? **PalaeoAnthropology**, p. 36-50: 2006.

Shapiro, Darshana. The hominid status of Sahelanthropus tchadensis and Orrorin tugenensis. **Biological anthropology senior honors thesis**: May, 2009.

Sutherland, John [et al.]. Synthesis of activated pyrimidine ribonucleotides in prebiotically plausible conditions. **Nature**, 459, p. 239-242: May, 2009.

Sutherland, John [et al.]. Common origins of RNA, protein and lipid precursors in a cyanosulfidic protometabolism. **Nature Chemistry**, p. 1-7: Mar, 2015.

Suwa, Gen [et al]. Paleobiological implications of the Ardipithecus ramidus dentition. **Science**, vol. 326, n. 5549, p. 94-99: Out, 2009.

White, Tim [et al]. Taphonomic, avian and small-vertebrate indicators of Ardipithecus ramidus habitat. **Science**, vol. 326, n. 5549, p. 66: Out, 2009.

White, Tim [et al]. Asa Issie, Aramis and the origin of australopithecus. **Nature**, vol. 440, p. 883-889: Apr, 2006.

WoldeGabriel, Giday [et al]. The geological, isotopic, botanical, invertebrate, and lower vertebrate surroundings of Ardipithecus ramidus. **Science**, vol. 326, n. 5549, p. 65: Out, 2009.

Wong, Kate. An ancestor to call our own. **Scientific American**, p. 54-63: Jan, 2003.

. **Is australopithecus sediba the most important human ancestor discovery ever?** Blogs.scientificamerican.com: Apr, 24, 2013.

. Humano misterioso. **Scientific American Brasil**, p. 29-38: abr, 2016.

INFORMAÇÕES SOBRE NOSSAS PUBLICAÇÕES

E ÚLTIMOS LANÇAMENTOS

www.editorapandorga.com.br



[1] Posteriormente, diante da frustração pelo fracasso do golpe militar, líderes políticos da oposição, analisando a conjuntura política do país, avaliando o cenário econômico (e resguardando seus próprios interesses), decidiram, apoiados pelo "grande capital", pela grande mídia e por parcela expressiva da sociedade, que era chegada a hora de remover a presidenta. A via eleita seria dupla: a política, por meio do impeachment; e a jurídica, por meio do Tribunal Superior Eleitoral. Por um dos caminhos escolhidos, haveriam de lograr êxito em apear a presidenta do cargo. O acaso, que foi determinante para o desfecho do primeiro caso (golpe), não teve papel a desempenhar nos outros dois.

[2] Define-se espécie como uma população de indivíduos capazes de cruzar entre si e gerar descendentes férteis. Esse conceito, entretanto, não se aplica a organismos que se reproduzem assexuadamente, porque eles não se cruzam. Eles fazem filhos sozinhos, clones de si mesmos.

[3] Infelizmente, a religião tem pouco a nos oferecer quanto a isso.

[4] Martinho Lutero foi um monge católico que combateu o caráter mercadológico da Igreja revelado pela venda de ingressos para o céu. Suas 95 teses foram fixadas na porta de uma igreja em 1517. Alguns historiadores consideram a data como o rito de passagem da Idade Média para a Moderna. No início de 1521, foi excomungado pelo papa.

[5] Sobel, p. 223.

[6] O direito de se expressar publicamente (direito à livre manifestação do pensamento) é hoje um direito fundamental de todo ser humano, uma cláusula pétrea protegida pela Constituição.

[7] Maclachlan, p. 72.

[8] Galileu Galilei nasceu em Pisa em 1564 e morreu em Florença, em sua casa, onde cumpria pena de prisão imposta pelo Tribunal do Santo Ofício em 1633, um ano após a publicação de sua obra principal, o *Diálogo sobre os dois grandes sistemas do mundo*, justamente o sistema geocêntrico, de Aristóteles/Ptolomeu; e, o heliocêntrico, de Aristarco/Copérnico. A morte ocorreu uma semana antes de completar 78 anos. Seus restos mortais jazem na Basílica de Santa Cruz, em Florença, na Itália, ao lado de Maquiavel e Michelangelo. Em 2000, o papa João Paulo II pediu formalmente desculpas pelos erros cometidos pela Igreja Católica no processo e julgamento de Galileu.

[9] Steven Weinberg (*Para explicar o mundo*, 2015, p.316).

[10] Kepler foi um grande admirador de Gilbert e a leitura do livro *De magnete* fez com que ele partilhasse da opinião de que uma força magnética fosse responsável pela órbita dos planetas em torno do Sol. Kepler admitia três grandes influências para que chegasse à formulação de suas leis: a ideia heliocêntrica de Copérnico, os dados de Tycho Brahe e a obra de William Gilbert.

[11] A força da gravidade é, como sabemos, a que nos prende à superfície da Terra. Para escaparmos em direção ao espaço, temos de superar a velocidade de 11Km/s. Essa é a velocidade de escape do planeta Terra, a mesma que um foguete terá de superar para chegar à Lua. Mas, para sair da Lua, bastará atingir 2,4Km/s. Isso porque a Lua possui uma massa bem menor que a Terra. Para escapar do Sol, o foguete precisaria atingir 600Km/s. Se a Terra orbitasse o Sol acima de sua velocidade de escape, libertar-se-ia da atração gravitacional dele, formada pela deformação no tecido do espaço-tempo à sua volta, e escaparia para fora do Sistema Solar. Da mesma forma, o Sol poderia escapar da Via Láctea caso viajasse a uma velocidade maior. Quando o Sol perecer, daqui a cinco bilhões de anos, inchar, virar uma gigante vermelha e terminar seus dias como uma anã branca, para escapar desta última o foguete precisará atingir 5.200Km/s. Se conseguisse pousar em uma estrela de nêutrons, precisaria atingir 195 mil Km/s. Mas, se o foguete caísse no imenso buraco negro que existe no centro de nossa galáxia Via Láctea, jamais dele conseguiria escapar, porque a força gravitacional no interior de um buraco negro é superior a 300.000 quilômetros por segundo, a velocidade da luz, a velocidade limite do Universo. De lá, nem mesmo a luz conseguiria escapar!

[12] *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural* é o título completo do livro.

[13] Sobre Aristóteles, disse o prêmio Nobel Steven Weinberg, um dos físicos mais respeitados do mundo, em seu último livro: “Na história da ciência, ninguém teve tanta influência quanto Aristóteles ... embora quase sempre Aristóteles esteja errado... A maioria das conclusões de Aristóteles sobre a natureza era errada mesmo”. (*Para explicar o mundo*, 2015, p. 46, 51 e 173). Talvez o mais lastimável equívoco deste que é um dos filósofos mais ovacionados do mundo seja o preconceito contra escravos e mulheres, porque, para ele, a escravidão era inerente à condição humana e a mulher era um homem deformado. Aristóteles, tão distante naquele Mundo Antigo, nem poderia supor que, quase 2500 anos depois, descobriríamos que a condição humana não só é igual para todos, quanto é muito semelhante aos demais seres vivos. Com efeito, uma das descobertas científicas que mais nos deixa embasbacados é o fato de humanos e outros animais conservarem uma estrutura bioquímica comum. Todos nós somos dotados da mesma estrutura celular, que funciona praticamente de forma idêntica para todos os seres vivos. A descoberta, ao longo do tempo, do intrincado mecanismo de funcionamento bioquímico, é, de fato, uma das provas mais inequívocas de nossa origem ancestral em comum.

[14] Apesar de visível a olho nu, a classificação de Urano como planeta só ocorreu no século XVIII. Netuno só foi descoberto no século XIX e Plutão no XX. Em 2006, a Nasa lançou ao espaço a sonda Novos Horizontes, transportando um telescópio. Quase uma década depois, após percorrer mais de cinco bilhões de quilômetros, em julho de 2015, passou próximo ao planeta-anão Plutão e o fotografou. Foi a primeira vez que um satélite artificial conseguiu atingir os confins do Sistema Solar, uma região denominada de cinturão de Kuiper, um feito verdadeiramente extraordinário para a humanidade.

[15] As próprias luas, estrelas e planetas são diversos e inumeráveis. Espalhados pelo Universo aberto e infinito, possuem formas, cores, composições químicas, tamanhos e idades diferentes.

[16] Uma das nossas imagens prediletas em astronomia, das que nos deixa mais encantados, foi produzida pelo campo ultraprofundo do telescópio espacial Hubble em 2004 e mostra milhares de galáxias distantes de três a dez bilhões de anos-luz de nós. Uma imagem que se revela a mesma quando se aponta o telescópio em qualquer direção do cosmos, denotando ser ele homogêneo e isotrópico. Não há como não se emocionar ao ver essa imagem e a conclusão a que chegamos ao contemplá-la é a de o quanto somos insignificantes perante esse Universo aparentemente infinito!

[17] Desconfiamos de que a mente humana também não está preparada para entender completamente as leis da mecânica quântica. Há um campo na ciência que começa a ser explorado. Trata-se do estudo da influência das leis da mecânica quântica nos processos que ocorrem no interior das células. O objetivo é compreender até que ponto as leis aleatórias e probabilísticas da mecânica quântica podem explicar mecanismos bioquímicos do interior das células que são, em última instância, compostas por átomos de matéria. Se é verdade que somos governados pelo inconsciente, estrutura a qual não teríamos acesso, será que este não seria governado, então, pelas leis da mecânica quântica?

[18] Sem querer alfinetar as religiões, não compreendemos porque Deus precisou fazer um Universo tão grande. E nos colocar em uma posição tão irrelevante! Somos, com efeito, apenas uma miragem. Um vulto universal.

[19] Halpern, 2015, p. 19.

[20] Mais detalhes no livro *História do Universo*. O exemplo acima é alegórico, porque, tecnicamente, o Universo só se tornou visível após a Era do Desacoplamento. Mas, se fosse visível, não se conseguiria divisá-lo, nem mesmo com o auxílio da microscopia eletrônica. Nesse sentido, o exemplo se torna real.

[21] Os seres humanos conseguem fabricar elementos químicos. Por isso, a tabela periódica tem mais de 92 elementos. Assim, se levarmos em conta os átomos não naturais, nem tudo o que vemos, sentimos ou tocamos é feito apenas dos 92 átomos naturais. Mas, na Grécia Antiga, como não havia átomos fabricados pelo homem, essa afirmação era completamente verdadeira.

[22] Só ficou comprovado que no espaço não existia o éter, esse suposto quinto elemento dos gregos antigos, a partir de um experimento conduzido por Michelson e Morley, nos Estados Unidos, em 1887. Em compensação, o éter hoje foi substituído pela matéria escura, essa desconhecida conhecida, uma matéria real, mas que não aparece, portanto, não é detectável por ondas eletromagnéticas, nem as que podemos enxergar com nossos olhos, nem aquelas que só aparelhos que construímos podem ver, como os que detectam raios X, raios gama, infravermelho ou ondas de rádio. A matéria escura só responde à interação da gravidade e foi justamente por isso que foi descoberta no início do século XX.

[23] Quando Lavoisier foi guilhotinado, em 1794, o matemático Joseph-Louis de Lagrange teria proferido a seguinte frase: “Um século não será suficiente para produzir uma cabeça como a que se fez cair em um segundo”.

[24] *The Big Picture* (2016, p. 53).

[25] Há uma teoria, denominada Universo cíclico, defendendo que, após a fase atual de expansão acelerada do Universo, a energia escura, que faz com que o Universo se expanda, começará a ceder perante a força da gravidade, que, em última instância, acabará sobrepujando-se a ela. O Universo iniciará, então, o percurso de volta, contraindo-se até ficar do tamanho inicial, momentos antes do *Big Bang*. Aí um novo começo advirá. E esse processo perdurará dessa forma cíclica: de *Big Bang*/expansão/contração a novo *Big Bang*/expansão/contração...

[26] Em seu último livro (2015), Leonard Mlodinow propõe uma metáfora para compreendermos o tamanho minúsculo do átomo. Ele afirma que, se todos os oceanos da Terra fossem preenchidos com bilas e, em seguida, essas bilas fossem reduzidas ao tamanho real dos átomos, todas elas caberiam numa colher de chá (p. 208).

[27] Em 1897, J.J. Thomson descobriu o elétron. O próton foi descoberto por Rutherford em 1911 e o nêutron por Chadwick em 1932.

[28] São seis os quarks: up, down, charm, strange, top e botton; e seis os léptons: elétron, múon, táu, neutrino do elétron, neutrino do múon e neutrino do táu. Em 2015, foram laureados com o Nobel dois físicos experimentais por causa de suas pesquisas com os neutrinos. Eles trabalham em minas subterrâneas desativadas, onde são construídas piscinas de água utilizadas para a detecção dos neutrinos vindos do Sol. O Sol é um potente emissor de neutrinos do elétron, produto residual das reações nucleares que ocorrem em seu interior. Eles são minúsculas partículas que atravessam qualquer estrutura de matéria bariônica (a matéria comum, composta de átomos), como o corpo humano ou, até mesmo, ferro ou aço. Os físicos descobriram que os neutrinos têm massa, porque, ao longo do percurso até a Terra, o neutrino do elétron se transforma em neutrino do táu e neutrino do múon e isso só é possível, segundo eles, se possuírem massa.

[29] O glúon é a partícula da Força Nuclear Forte; os bósons (W e Z), da Força Nuclear Fraca; o fóton, da Força Eletromagnética e o gráviton, da Força da Gravidade (o gráviton ainda não foi detectado experimentalmente). Em 2013, Peter Higgs ganhou o prêmio Nobel pela confirmação da descoberta do bóson de Higgs, em experimentos conduzidos pelo colisor de partículas LHC, instalado no CERN, na Suíça. A partícula, prevista teoricamente por Higgs em 1964, é responsável por conferir massa às outras partículas. Cada partícula tem uma determinada massa específica adquirida pela interação com o campo de Higgs.

[30] A antipartícula possui a mesma massa que sua correspondente partícula, mas com carga elétrica contrária. O encontro entre uma partícula (matéria) e sua correspondente antipartícula (antimatéria) provoca a destruição de ambas e a consequente emissão da forma de radiação mais poderosa do campo eletromagnético, os raios gama. Paul Dirac foi quem primeiro deduziu a possibilidade da existência de antimatéria no Universo, por meio de uma equação matemática apresentada em 1928. Alguns anos depois, em 1932, Carl Anderson confirmou experimentalmente a realidade física da previsão teórica de Dirac ao descobrir o pósitron, a antipartícula do elétron. Em 2010, a equipe Alpha, do CERN, do físico brasileiro Claudio Lenz Cesar, conseguiu, pela primeira vez na história, aprisionar átomos de anti-matéria (antihidrogênio), um feito que foi eleito pela revista *Physics World* como o mais importante do ano. Hoje em dia, modernos aparelhos de pet-scan, utilizados para exames médicos, principalmente para a detecção de imagens de tumores malignos, operam com emissão de antimatéria (antielétrons). Antimatéria não se confunde com partículas supersimétricas. A existência da antimatéria foi comprovada por experimentos, enquanto partículas supersimétricas ainda não foram detectadas. Com efeito, em Física, há uma teoria denominada SUSY (abreviação para supersimetria). Ela postula que, ao lado de cada partícula, existiria uma parceira supersimétrica idêntica, exceto pelo *spin*. Assim, o elétron teria um parceiro supersimétrico, o selétron, os quarks teriam os squaks e assim sucessivamente. Os defensores da SUSY advogam que ela simplificaria o Modelo Padrão e seria capaz de eliminar algumas de suas inconsistências, mas ela, como se disse, carece de comprovação empírica. Pela teoria, algumas das partículas supersimétricas até hoje não detectadas poderiam compor o que conhecemos atualmente como a matéria escura!

[31] Um exemplo da aplicação da navalha de Occam em Física. O modelo ptolomaico explica o movimento dos planetas do Sistema Solar tão bem quanto o de Copérnico, mas o modelo copernicano é muito mais simples. Aplicando-se a navalha de Occam, qual deve estar correto? O modelo copernicano. De fato, o sistema geocêntrico de Ptolomeu estava errado, embora explicasse correta e coerentemente o movimento planetário. O erro consistiu em que os planetas giram em torno do Sol, como previu o sistema copernicano, e não da Terra, como previra o sistema ptolomaico.

[32] Acerca do Modelo Padrão, escreve Weinberg: “O Modelo Padrão não é o final da história. Ele deixa a

gravidade de fora; não explica a matéria escura, que os astrônomos nos dizem compor cinco sextos da massa do Universo; e envolve um volume excessivo de quantidades numéricas inexplicadas, como as razões das massas dos vários quarks e partículas similares aos elétrons. Mas, mesmo assim, o Modelo Padrão oferece uma visão consideravelmente unificada de todos os tipos de matérias e forças (exceto a gravidade) que encontramos em nossos laboratórios, num conjunto de equações que cabem numa folha de papel. É inevitável que o Modelo Padrão venha a se mostrar pelo menos como uma característica aproximada de qualquer teoria futura" (*Para explicar o mundo*, 2015, p. 328). Por sua vez, a física teórica, professora em Harvard, Lisa Randall, afirma: "O Modelo Padrão explica de maneira correta todas as observações feitas até hoje, mas os físicos têm confiança em dizer que ele não está completo" (*Batendo à porta do céu*, 2013, p. 362).

[33] Weinberg (2015), p. 112 e 116.

[34] *Uma breve história da ciência* (2014, p. 45).

[35] *The simple beauty of the unexpected* (Gleiser, 2016, e-book, on 29/30%); *The Big Picture* (Carroll, 2016, p. 54).

[36] *O andar do bêbado*, p. 207.

[37] Luca (Last Universal Common Ancestor) constituiu-se o primeiro ser vivo, o ancestral comum de todas as espécies. Já Luva (Last Universal Vertebral Ancestor) é o nome que escolhemos para designar o último ancestral comum entre todos os vertebrados.

[38] O conceito de descendência com modificação não surgiu com Darwin. Em 1749, o Conde de Buffon, um naturalista francês, já o havia proposto para cavalos e asnos. Outros autores também teriam sugerido, ocasionalmente, a mesma ideia. Pelo menos dois deles descobriram a seleção natural antes de Darwin. Com efeito, em 1813, W.C.Wells empregou-a na explicação de como seres humanos de diferentes continentes diferiam em sua aparência física e na resistência a doenças e, em 1831, Patrick Mathew ocupou-se dela em um tratado sobre árvores.

[39] Ernst Mayr afirmava que não só o código genético, mas quase todos os mecanismos moleculares básicos são os mesmos em todos os organismos, dos procariontes ao homem. Por mais de dois bilhões de anos, os seres procariotos foram os verdadeiros “reis da selva”, os senhores do nosso planeta. Com efeito, de 3,8 a 1,8 bilhão de anos atrás, aproximadamente, só eles reinavam por aqui.

[40] Darwin não leu o trabalho de Mendel, mas este último leu o livro de Darwin, *A Origem das Espécies*.

[41] O prêmio Nobel de Química em 2015 foi concedido a uma tríade de cientistas que estudam as proteínas que podem reparar as mutações prejudiciais ao organismo.

[42] A América do Sul e a África foram separadas pela deriva continental há cerca de oitenta milhões de anos.

[43] Darwin era um grande admirador e discípulo de Lyell. Sempre acreditou e defendeu suas ideias e conceitos geológicos. Foi de seu mentor de quem teve a inspiração para que a evolução ocorresse de forma lenta e gradual. Transpôs esse conceito para sua obra maior, *A Origem das Espécies*. Lyell, por sua vez, nunca deu crédito merecido à ideia darwiniana da evolução pela seleção natural e, até certo ponto, esse foi o motivo do esfriamento da relação entre os dois, após a publicação do livro de Darwin.

[44] Pegamos emprestado o subtítulo deste capítulo de um interessante livro escrito por Stephen Jay Gould, um paleontólogo mundialmente conhecido, que, lamentavelmente, cedo nos deixou. Ele é um defensor do acaso na natureza.

[45] O edifício que abriga o Museu Nacional, a mais antiga instituição científica brasileira, foi residência da família imperial brasileira até a proclamação da República, em 1889. Com a chegada da Família Real ao Brasil em 1808, o dono da até então conhecida como a melhor "casa" do Rio de Janeiro, na verdade uma casa de campo, porque longe do centro da cidade, doou-a a D. João VI, que fez dela a sua moradia. Sua mulher, Carlota Joaquina, no entanto, preferiu morar em uma chácara, na praia de Botafogo. O local, que passou a ser conhecido como Paço de São Cristóvão, abrigou outros hóspedes ilustres, como o filho de D. João VI, D. Pedro I e sua mulher, a imperatriz Maria Leopoldina (próximo morava a amante de D. Pedro I, Domitila). Leopoldina faleceu lá em 1826 e foi lá também onde nasceram seus sete filhos, entre eles o mais ilustre de todos, D. Pedro II. D. Pedro II criou-se nesse lugar, morou com sua esposa, a imperatriz Teresa Cristina e lá nasceram também os filhos, entre eles a princesa Isabel. O local foi também sede dos trabalhos da primeira Assembleia Nacional Constituinte da República.

[46] O maior meteorito encontrado no Brasil caiu em Santa Catarina e pesa sete toneladas. Bendegó pesa cinco. O maior encontrado no mundo, Hoba, pesa sessenta toneladas e caiu na Namíbia, no continente africano.

[47] Referência a Stephen Jay Gould, defensor do equilíbrio pontuado na natureza.

[48] Kolbert, 2015, p. 100.

[49] O acaso também explicaria incidentes cotidianos que costumamos atribuir ao sobrenatural. A ele (e não ao castigo divino ou à prestação de contas por vidas passadas) atribuímos o acidente vascular cerebral que nosso filho sofreu ao nascer.

[50] Fonte: Livro *Cinco Dias em Londres*.

[51] Jack Szostak, pesquisador da origem da vida, afirmou que o trabalho de Sutherland estabelece pela primeira vez um cenário para a geração de todos os blocos de construção da vida.

[52] Bactérias e archaea são organismos cujas células são muito simples e sem núcleo, por isso denominados de procarióticos, observados pela primeira vez no final do século XVI por um holandês cujo passatempo era fabricar microscópios. São os seres vivos mais abundantes da Terra e tão diferentes entre si quanto um humano difere de uma fruta. Todos são unicelulares e anucleados, porém há milhares de tipos e formas desses seres. No mar, por exemplo, o organismo mais abundante é um tipo de bactéria responsável por mais da metade de toda a fotossíntese realizada nos oceanos. Temos muito mais bactérias morando em nosso corpo, principalmente na pele, na boca, no intestino e no estômago, do que a quantidade total de nossas próprias células.

[53] Para David Sadava [et al.], provavelmente porque foram necessários muitos milhões de anos para que a Terra desenvolvesse uma atmosfera rica em oxigênio, apenas procariotos unicelulares viveram por mais de dois bilhões de anos (p. 469-470).

[54] O grupo dos vertebrados se originou por volta de 525 milhões de anos atrás, aproximadamente, durante a explosão cambriana. Com cerca de 64 mil espécies descritas, perfaz apenas quatro por cento de todas as espécies de animais. A grande maioria das espécies, portanto, é de invertebrados (que não possuem coluna vertebral). Vertebrado significa animal com vértebra. Constitui um subfilo dos animais cordados, que, por sua vez, surgiram a partir dos invertebrados. Sua característica principal consiste no sistema nervoso central peculiar, formado por um crânio para proteger o cérebro, ligado à medula espinhal abrigada no interior da coluna vertebral. Vertebrados compreendem peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos.

[55] A Universidade de Cambridge anunciou em 2012 o Pikaia como o mais antigo ancestral do homem encontrado até hoje. Com efeito, os pesquisadores concluíram que o Pikaia representa o mais antigo ancestral de todos os vertebrados, portanto, ele seria o nosso Luva. Entretanto, na última edição do seu *Vertebrate Palaeontology* (2015), Michael Benton não tem tanta certeza assim, porque ainda não está convencido da posição filogenética que o Pikaia ocupa na árvore da vida. Além do Pikaia, outros candidatos se apresentam como sendo o Luva. Por enquanto, são eles o *Myllokunmingia*, o *Haikouichthys*, o *Haikouella*, o *Yunnanozoon* e o *Zhongjianichthys*, assemelhados a minúsculos peixinhos anões, todos pertencentes à fauna de Chengjiang, da província de Yuman, na China. Tanto o Pikaia quanto qualquer um dos outros cinco podem ter sido o verdadeiro Luva, como pode ter sido um outro ainda não descoberto, mas é certo que, quem quer que seja o verdadeiro Luva, ele surgiu durante a explosão cambriana, há cerca de 530 milhões de anos.

[56] Sugerimos que no primeiro ano do ensino médio se estudasse astronomia e cosmologia; no segundo, biologia e evolução; e, no terceiro, antropologia e pré-história.

[57] Os precursores dos animais do período cambriano pertencem à fauna de Ediacara (635-542 m.a.). Os ediacaranos são minúsculos organismos marinhos de corpo mole, frequentemente preservados por impressões deixadas nas rochas. Para alguns cientistas, a revolução dos bichos, ou seja, o aparecimento da fauna ediacarana, de alguma forma estaria ligado a um período anterior de congelamento pelo qual a Terra teria passado, entre 850 a 635 m.a, período conhecido como Terra Bola de Neve.

[58] Estamos supondo aqui que o Pikaia seja o Luva.

[59] Todos os vertebrados são animais cordados, mas nem todos os cordados são vertebrados. Os cordados vertebrados são os peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos, que representam cerca de 98% do total das espécies dos cordados. O restante são cordados invertebrados ou protocordados (não possuem crânio nem coluna vertebral). São os urocordados, antigamente chamados de tunicados, como a ascídia, um pequeno animal séssil que vive fixado no fundo do mar, e cefalocordados, como o anfioxo, um minúsculo animal marinho, também parecido com um peixinho, que gosta de ficar enterrado embaixo d'água, com apenas a boca de fora. O Pikaia lembra tanto um anfioxo quanto a larva de uma ascídia, que, quando neste estágio, vive como um minúsculo peixinho.

[60] Os outros sítios mais conhecidos e importantes do período cambriano são o de Chengjiang, na China, e o Emu Bay, na Austrália.

[61] Burgess Shale é uma formação geológica conhecida como "A Pedreira de Walcott", também chamado Xistos de Burgess. Shale, em inglês, significa xisto e xisto é a designação para um grupo de rochas metamórficas com a propriedade de se dividir em finas lâminas.

[62] Fonte: *F.São Paulo*, 4/10/2015 (caderno B17-Ciência+saúde).

[63] *Vida maravilhosa*, p. 373.

[64] 2015, e-book, revised edition, on 4%.

[65] Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Pesquisa Nacional de Saúde, 2013.

[66] A região de Sahel, na África, é uma faixa de terra de clima semiárido que representa uma área de transição entre o deserto do Saara, ao norte, e a savana do Sudão, ao sul. Essa vasta região de estepes possui uma largura de quinhentos a setecentos quilômetros e uma extensão que atravessa todo o continente africano (4.400 km), de leste (Oceano Atlântico) a oeste (Mar Vermelho). O fóssil da espécie *Sahelanthropus tchadensis*, composto por um crânio quase completo, uma mandíbula e vários dentes, foi achado bem no meio dessa zona.

[67] Os descobridores do *Orrorin*, Martin Pickford e Brigitte Senut, acham que esse é o mais remoto ancestral da espécie humana porque consideram Toumai um macaco.

[68] O dente foi encontrado por Martin Pickford no vale do Rift, na formação Lukeino, no Quênia, e anunciado na revista *Nature* em 1975.

[69] A depressão (ou Triângulo) de Afar está localizada na Etiópia, no nordeste do continente africano, em uma região denominada Chifre ou Corno da África. Nesse local, há o encontro das placas tectônicas africana e asiática, que se separam em cerca de um centímetro por ano. Nessa região tem origem o vale do Rift, onde foi achado o mais famoso fóssil de hominídeo de todo o mundo – a pequenina Lucy.

[70] A Etiópia talvez seja o país mais importante do mundo em termos de registros dos nossos antepassados, possuindo fósseis desde o *Ardipithecus kadabba*, hominídeo de quase seis milhões de anos, até o mais moderno *Homo sapiens*, de pouco menos de duzentos mil anos.

[71] O nome *kadabba* significa o mais antigo ancestral, na língua Afar local.

[72] Conforme artigo de Yohannes Haile-Salassie, publicado na *Nature* (vol. 412), em julho de 2001.

[73] Haile-Selassie, Yohannes; Suwa, Gen; White, Tim. Late miocene teeth from Middle Awash, Ethiopia, and early hominid dental evolution. *Science*, v. 303, n. 5663, p. 1503-1505: 2004.

[74] Dart, Raymond. Australopithecus africanus, the man-ape of South Africa. *Nature*, 115, p. 195-199: 1925.

[75] A descoberta foi revelada em artigo publicado na *Nature* em 1995. Posteriormente, eles voltaram ao trabalho de campo e encontraram mais fósseis do *anamensis* entre 1995 e 1997 nos mesmos sítios de Kanapoi e Allia Bay, anunciando a confirmação em nova publicação na *Nature* em 1998.

[76] O conjunto dos fósseis é datado entre 3,9 a 4,2 milhões de anos.

[77] De 46 quilogramas para as fêmeas até 55 para os machos.

[78] Parte da comunidade científica acredita que Abel seja um *Australopithecus afarensis*, o mesmo da espécie a que pertence Lucy.

[79] Saia para a frente de sua casa ou de seu apartamento. Dê sua mão esquerda para sua mãe e peça para que ela dê a dela para sua avó. Continue assim pelas sucessivas gerações arrodeando alguns quarteirões. Quando a fila der a volta e chegar à última “pessoa”, você estará dando sua mão direita à Lucy, como na ilustração a ser mostrada neste livro.

[80] A formação de Afar foi descoberta em 1968 por Maurice Taieb, que reconheceu sua importância para futuros estudos e pesquisas de campo paleoantropológicos. O nome *afarensis* homenageia, portanto, o local da descoberta.

[81] Uma reconstituição muito interessante de Lucy pode ser apreciada por visitantes em Nova Iorque, no Museu Americano de História Natural. A seção em que ela se encontra exposta, o *Hall of human origins*, vale a pena ser visitada.

[82] A *Nature* e a *Science* são as duas mais prestigiadas revistas científicas do mundo. A *Nature* é britânica, publicada desde 1869, e a *Science*, americana, publicada desde 1880.

[83] Alguns pesquisadores entendem que o crânio encontrado não possui elementos suficientes que possam convencê-los a aceitar tratar-se de uma nova espécie.

[84] Calcula-se que indivíduos pertencentes à espécie *Homo antecessor* dispusessem de um crânio de até 1.150 centímetros cúbicos, pesassem até noventa quilos e medissem até 1,8 metro. Os últimos remanescentes da espécie podem ter sobrevivido até meio milhão de anos atrás.

[85] Hoje a hipótese do *Homo ergaster* ou do *Homo habilis* haver sido o precursor da indústria lítica é controversa. Conforme vimos, descobertas recentes atribuem a espécies australopitecíneas a utilização de pedras lascadas.

[86] O primeiro fóssil de hominídeo de que se tem registro encontrado no mundo foi em 1829, na Bélgica, pertencente ao homem de Neandertal, mas a descoberta foi por acaso. Não havia uma equipe organizada para isso, nem a missão de prospectar e coletar fósseis, como foi o caso de Dubois.

[87] Assim caminhou a humanidade (2015), p. 160 e 186.

[88] Gibraltar é um território pertencente ao Reino Unido, que se localiza em uma das pontas do estreito de Gibraltar, o qual separa a Europa (Espanha) da África (Marrocos). O território abriga o rochedo de Gibraltar, também conhecido como a coluna de Hércules. Foi no interior de uma caverna desse rochedo que foi encontrado o fóssil do homem de Neandertal.

[89] Outra descoberta surpreendente consistiu em um estudo que provou que o genoma de melanésios e aborígenes australianos atuais conservam cerca de três a cinco por cento de herança genética dos denisovanos, demonstrando que estes últimos cruzaram com ancestrais de homens modernos.

[90] O nome *Homo sapiens* foi atribuído pelo sueco Carlos Lineu em 1758.

[91] A invenção da escrita foi apenas um acidente nesse percurso.

Table of Contents

Folha de rosto
Créditos
Introdução
O Universo e o Homem
- Das trevas à luz
- Um olho desumano
  - Um Universo do nada
  - Um Universo (im)perfeito
  - Um Universo ao acaso
  - Entreato: entre o Universo e a Vida

A Vida e o Homem
- A linda história da vida na Terra
  - Evolução
  - Genética: o complemento da evolução
  - Epigenética: nova revolução na Biologia Evolutiva?
  - Vida
  - Vivo, mas nem tanto
  - Ora perto, ora longe
  - Amor não correspondido
  - A vida é maravilhosa44
  - A vida como ela é
  - Luva
  - Os filhos de Luva

O Homem
- Super-homem
- O melhor amigo do homem
- Homens, moscas e ratos
- Assembleia de macacos: o destino de um líder que se torna arrogante demais
- A escalada do ser humano
- Os mais remotos ancestrais humanos: os pré- -australopitecíneos
- Os ancestrais australopitecíneos
- Os australopitecíneos gráceis
- Aquele que derrubou uma teoria

A grande mãe da humanidade79
O homem veio mesmo da África!
Os australopitecíneos robustos
Macacos pensantes
Adeus, África
Primeiros hominídeos que chegaram à Europa
Homo heidelbergensis
Homo erectus
O paradoxo da Fórmula 1
O homem de Neandertal
Menino do Lapedo. O Neandertal português?
A mulher X
Humanos modernos
Epílogo