

ELSINORE

MIGUEL
NICOLELIS

O
VERDADEIRO
CRIADOR
DE TUDO

Como o Cérebro Humano
Moldou o Universo
Tal Como o Conhecemos

«O alcance deste livro é impressionante...
instiga-nos a questionar as nossas certezas
sobre o que consideramos ser realidade.»

John H. Kaas

ÍNDICE

11

No Princípio

—

20

O Verdadeiro Criador de Tudo Faz a Sua Entrada Evolutiva

—

43

A Informação e o Cérebro:

Um Pouco de Shannon, Uma Mão-Cheia de Gödel

—

76

Alimentar o Cérebro com Dinâmicas:

Solenoides Biológicos e Princípios Funcionais

—

108

A Teoria do Cérebro Relativista:

Tudo Se Resume a Um Picotesla de Poder Magnético

—

148

O Porquê de o Verdadeiro Criador

Não Ser Uma Máquina de Turing

—

182

Redes Cerebrais: Acoplar Cérebros para Gerar

Comportamentos Sociais

—

228

Os Argumentos a Favor de Uma Cosmologia

Centrada no Cérebro Humano

—

264

Construir Um Universo com Espaço, Tempo e Matemática

—

306

As Verdadeiras Origens da Descrição Matemática do Universo

—

338

Como as Abstrações Mentais, os Vírus Informativos e a Hiperconectividade Criam Redes Cerebrais Mortíferas, Escolas de Pensamento e a Mundividência

—

372

Como a Nossa Dependência da Lógica Digital está a Alterar os Nossos Cérebros

—

398

Autodestruição ou Imortalidade?
A Derradeira Escolha do Verdadeiro Criador de Tudo

—

421

Epílogo

—

423

Posfácio

—

430

Agradecimentos

—

434

Créditos das Imagens

—

436

Bibliografia

—

Aos professores que me deram a conhecer os diferentes rostos

do Verdadeiro Criador de Tudo:

Juarez Aranha Ricardo

César Timo-Iaria

John Chapin

Rick Lin

Jon Kaas

e

Ronald Cicurel

No princípio,
O Verdadeiro Criador de Tudo ordenou:
Faça-se luz!
Após um breve silêncio,
decretou:
E que seja
 $E = mc^2$

1

NO PRINCÍPIO

No princípio, existia apenas um cérebro primata. E, das profundezas dessa rede bastante emaranhada de 86 mil milhões de neurónios, moldada através de um percurso evolutivo cego e de múltiplos *big bangs* ao longo de um período de milhões de anos, emergiu a mente humana. Sem limitações ou restrições, expandindo-se rapidamente como uma espécie de plasma biológico, não demorou a fundir-se num *continuum*, resultando numa mistura comburente de andar bípede, destreza manual, construção de ferramentas, linguagem oral e escrita, ligações sociais complexas, pensamento abstrato, introspeção, consciência e livre-arbítrio. Desse mesmo caldeirão mental, floresceu a mais abrangente noção de espaço e tempo alguma vez concebida por matéria orgânica, servindo de suporte ideal para a génese de um dilúvio de novas abstrações mentais, as verdadeiras tábuas sagradas e orgânicas da humanidade. Sem demora, estas construções mentais começaram a ditar a essência da condição e da civilização humanas: desde o nosso egotista sentido de identidade às nossas crenças mais enraizadas, sofisticados sistemas económicos e estruturas políticas, fazendo todo o caminho até às nossas ímpares reconstruções neuronais daquilo que nos rodeia. De modestas tempestades eletromagnéticas surgiu o magnífico escultor da nossa realidade material, o virtuoso compositor e único arquiteto da nossa épica e trágica história; o mais perspicaz investigador dos mais profundos mistérios da natureza; o incansável pesquisador da elusiva verdade acerca das nossas origens; o mestre ilusionista; o místico heterodoxo; o artista de muitos talentos; o poeta lírico

dedicado a emprestar as suas inconfundíveis rimas neurobiológicas a cada pensamento, enunciado, conceito mitológico, pintura rupes-tre, credo religioso, registo escrito, teoria científica, monumento erigido, viagem exploratória, genocídio atroz e conquista épica, bem como a cada gesto de amor e cada sonho e alucinação alguma vez concebidos por qualquer hominídeo que tenha vagueado por esta imperfeita esfera azul a que chamamos casa.

E, depois, cerca de 100 mil anos após o seu despontar explosivo, o Verdadeiro Criador olhou para trás, na direção dos seus milagrosos feitos, e viu, para seu próprio espanto, que tinha criado todo um novo Universo.

*

O Verdadeiro Criador de Tudo é uma história sobre o funcionamento do cérebro humano e a sua posição central na cosmologia do universo humano. Por universo humano, entendo a imensa coleção de conhecimento, percepções, mitos, crenças e visões religiosas, teorias científicas e filosóficas, cultura, tradições morais e éticas, façanhas intelectuais e físicas, tecnologias, arte e qualquer outra variante que tenha emergido da atividade do cérebro humano. Resumindo, o universo humano é tudo o que define, para o bem e para o mal, o nosso legado enquanto espécie. Este não é, porém, um livro de História, nem um compêndio exaustivo daquilo que a Neurociência sabe, ou pensa saber, sobre as operações do cérebro humano. Ao invés, trata-se de um livro científico que pretende apresentar o cérebro num enquadramento completamente novo. O fundamental da narrativa do livro apresenta os detalhes de uma nova teoria acerca do modo como o cérebro humano, trabalhando isoladamente ou enquanto parte integrante de grandes redes de cérebros, realiza as suas espantosas proezas. A este novo enquadramento teórico, dou o nome de teoria do cérebro relativista.

Quando comecei a planear este livro, tentei desenvolver a minha tese central focando-me na área científica a que dedicara a maior

parte da minha vida profissional: a investigação cerebral. No entanto, depressa percebi que tal escolha era demasiado limitada. Precisava de alargar os horizontes da minha viagem intelectual e aventurar-me pelos campos que os neurocientistas raramente visitam hoje em dia – disciplinas como Filosofia, Arte, Arqueologia, Paleontologia, História das Máquinas Computacionais, Mecânica Quântica, Linguística, Matemática, Robótica e Cosmologia.

Após meses de leitura, envolto numa crescente frustração por ainda não ter encontrado o verdadeiro início da minha narrativa, cruzei-me, quase por acidente, com o magnífico livro *The Story of Art* [A História da Arte], do eminente historiador germano-britânico E. H. Gombrich. Preocupada com o meu bloqueio de escritor, a minha mãe, uma conhecida romancista brasileira, oferecera-me o livro na véspera do Natal de 2015. Nessa noite, cheguei tarde a casa e decidi ler um pouco antes de adormecer. Em vez disso, as primeiras frases tiveram o efeito de me despertar. Ali estava ele! Escrito a tinta preta simples sobre papel branco brilhante: o fio inicial da minha própria história. Só viria a fechar o livro no início da manhã seguinte.

Eis o que Gombrich escreve: «Não existe tal coisa como a Arte. Só existem artistas. Noutros tempos, eram homens que pegavam em terra colorida e esboçavam as formas de um bisonte na parede de uma caverna; hoje, alguns compram as suas tintas e desenham cartazes para painéis publicitários; fizeram e fazem muitas outras coisas.»

Inesperadamente, encontrara um aliado. Alguém que conseguia ver que, sem um cérebro humano, sem este nosso cérebro primata específico, formado e moldado através de um processo evolutivo único que muito provavelmente não voltará a ocorrer em nenhum ponto do vasto cosmos que nos envolve, não existe tal coisa como a arte, pois as manifestações artísticas são consequência de mentes humanas inquisitivas e persistentes, ansiosas por projetarem no mundo exterior as imagens dos seus próprios universos neuronais internos.

Esta poderá parecer uma questão de pouca importância, uma insignificante distorção semântica na forma como costumamos

ver as coisas; mas colocar o cérebro humano no centro do universo humano tem implicações profundas no modo como olhamos para as nossas vidas e decidimos que tipo de futuro a nossa família deve herdar. Na verdade, mudando apenas algumas palavras, as observações de Gombrich poderiam abrir qualquer outro livro que se debruçasse sobre a produção da mente humana – por exemplo, um livro sobre Física. As nossas teorias físicas são tão eficazes a descrever os fenómenos naturais ocorridos em múltiplas escalas espaciais que a maioria de nós, incluindo os cientistas que trabalham diariamente nestas áreas, tendem a esquecer o verdadeiro significado de conceitos-chave da Física, tais como massa ou carga. Recorrendo ao que o meu bom amigo Marcelo Gleiser, físico teórico brasileiro na Faculdade de Dartmouth, escreveu no seu maravilhoso *A Ilha do Conhecimento*, «a massa e a carga não existem *per se*: existem apenas enquanto parte de uma narrativa que nós, os humanos, construímos para descrever o mundo naturalista».

Tanto Marcelo como eu desenvolvemos a mesma representação daquilo que o universo significa: se outro ser inteligente, digamos o famoso Mr. Spock, de Vulcano, chegasse à Terra e, por qualquer milagre, conseguisse estabelecer uma comunicação eficaz connosco, chegaríamos muito provavelmente à conclusão de que as explicações e teorias utilizadas por ele para descrever a visão cosmológica da sua espécie sobre o universo, já para não falar nos conceitos e idealizações elementares, seriam completamente diferentes das nossas (figura 1.1). E por que razão haveríamos nós de esperar que assim não fosse? Afinal de contas, o cérebro do Mr. Spock seria completamente diferente do nosso, pois representaria o produto de um processo evolutivo e de uma história cultural com morada em Vulcano, não na Terra. Do meu ponto de vista, nenhuma das descrições seria a mais ou menos exata: representariam simplesmente a melhor aproximação que dois tipos diferentes de inteligência orgânica tinham conseguido desenvolver a partir do que lhes fora oferecido pelo cosmos. No limite, independentemente do que exista lá fora neste universo com 13,8 mil milhões de anos (uma estimativa humana, convém



Figura 1.1. Cosmologia cerebocêntrica: a descrição do Universo efetuada pelo cérebro humano – neste caso, com recurso à Matemática – é, muito provavelmente, diferente daquela criada pelo sistema nervoso central de um ser alienígena.

lembrar), do ponto de vista particular do nosso cérebro – e, arrisco-me a dizer, de qualquer outro cérebro alienígena –, o cosmos é uma massa de informação potencial, aguardando que um observador provido de inteligência dela extraia conhecimento e, quase no mesmo fôlego, confira sentido ao seu todo.

Atribuir sentido às coisas – criar conhecimento – é um domínio no qual o Verdadeiro Criador se destaca. O conhecimento permite-nos adaptar ao ambiente em permanente mudança e manter a nossa capacidade de continuar a sorver ainda mais informação potencial da sopa cósmica. Protões, quarks, galáxias, estrelas, planetas, pedras, árvores, peixes, gatos, pássaros: não interessa realmente o que lhes chamamos (o Mr. Spock diria decerto que tinha nomes melhores).

Do ponto de vista particular do nosso cérebro humano, todas essas são maneiras diferentes de descrever a informação em bruto que nos é fornecida pelo cosmos. Os nossos cérebros batizaram estes objetos tanto com nomes como, por motivos de conveniência operacional, significado, mas o seu conteúdo original é sempre o mesmo: informação potencial.

Antes que comecem a pensar que alguém anda a pôr algo estranho na água que os neurobiólogos e físicos brasileiros bebem ao crescerem em São Paulo ou no Rio de Janeiro, deixem-me clarificar este ponto. Na maior parte do tempo, falamos de Física como se esta fosse uma espécie de entidade universal, com vida própria, semelhante à Arte com A maiúsculo a que Gombrich se referia. No entanto, a Física por si própria não existe de todo. O que verdadeiramente existe é a coleção de construções mentais humanas que fornecem, até à data, o melhor e mais exato relato do mundo natural que existe lá fora. A Física, como a Matemática ou qualquer outro conjunto de conhecimento científico acumulado, é definida pelas reverberações e ecos das tempestades eletromagnéticas mentais que outrora cruzaram os cérebros visionários de pessoas chamadas Tales, Pitágoras, Euclides, Arquimedes, Diofanto, Al-Khwarizmi, Omar Khayyam, Copérnico, Kepler, Galileu, Newton, Maxwell, Bohr, Curie, Rutherford, Einstein, Heisenberg, Schrödinger e Stueckelberg, entre tantas outras.

Pela mesma ordem de ideias, a definição de arte apresentada por Gombrich abarca as deslumbrantes imagens mentais geradas por cérebros humanos que, nas últimas dezenas de milhares de anos, têm sido talhadas, gravadas, esculpidas ou gravadas de modo a registarem memórias internas, sentimentos, desejos, visões cosmológicas, crenças e premonições numa grande variedade de meios de comunicação (começando pelos seus próprios corpos, depois usando pedras, ossos, madeira, rocha, paredes de cavernas, metais, telas, mármore, papel, tetos e janelas de capelas, cassetes de vídeo, CD-ROM, DVD, memória semicondutora ou armazenamento na nuvem). Esta coleção inclui criações que vão das anónimas e magníficas pinturas do

Paleolítico Superior realizadas nas paredes das cavernas de Altamira e Lascaux a todas as obras de Botticelli, Miguel Ângelo, Da Vinci, Caravaggio, Vermeer, Rembrandt, Turner, Monet, Cézanne, Van Gogh, Gauguin e Picasso – apenas para nomear alguns dos artistas que traduziram as suas intangíveis tempestades de ideias em coloridas alegorias épicas do que significa ser humano.

Seguindo o mesmo raciocínio, as nossas melhores e mais exatas descrições do universo não passam de uma distinta e elaborada história de derivados mentais, tal como a Matemática e a Lógica, que costumam adotar os nomes dos seus criadores: as leis do movimento planetário de Kepler, as observações astronómicas de Galileu, as leis de movimento de Newton, as equações para o eletromagnetismo de Maxwell, a relatividade especial e geral de Einstein, o princípio da incerteza de Heisenberg, as equações de Mecânica Quântica de Schrödinger.

Antes que algum físico caia da cadeira, esta visão, em vez de desvalorizar as espantosas descobertas e conquistas da comunidade da Física, apenas as vem reforçar, ao constatar que, acima de tudo, os físicos são também talentosos neurocientistas, capazes de alcançar os mecanismos mais profundos da mente humana (apesar de a maioria deles ter como hábito negar a interferência das suas consciências no processo de investigação científica). Mas esta noção também significa que a procura pelo Santo Graal da Física, a Teoria de Tudo, não poderá ser bem-sucedida sem a incorporação de uma teoria abrangente da mente humana. E, embora a maioria dos físicos tradicionais tenda a opor-se categoricamente à ideia de existir qualquer relação entre a fisiologia intrínseca da mente humana e as formulações das principais teorias desta área, que se assumem como livres da subjetividade dos seres humanos, espero mostrar neste livro que alguns dos fenómenos naturais mais enigmáticos, incluindo conceitos primordiais como espaço e tempo, só poderão ser inteiramente compreendidos se o observador humano – e o cérebro humano – for trazido para primeiro plano. A partir desse momento, estaremos no bom caminho.

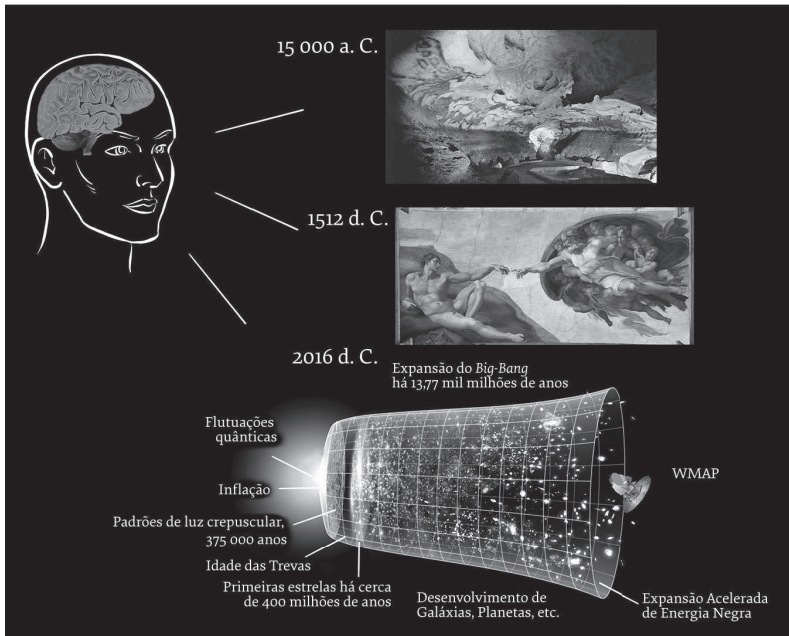


Figura 1.2. Três visões cosmológicas propostas pelo Verdadeiro Criador de Tudo em diferentes momentos: a «Sala dos Touros» na caverna de Lascaux, pintada pelos nossos antepassados do Paleolítico Superior; o teto da Capela Sistina, pintado por Miguel Ângelo; e a mais recente descrição das origens do universo, segundo a NASA.

*

De acordo com a descrição mais consensual dos acontecimentos, cerca de 400 mil anos após o singular e explosivo evento que deu origem ao cosmos, a luz escapou finalmente, viajando através do Universo até encontrar alguém ou algo que pudesse reconstruir o seu épico percurso e tentasse atribuir sentido a tudo aquilo. Na superfície de uma pequena rocha de tons azulados, gerada pela fusão de poeira intergaláctica há cerca de 5 mil milhões de anos, enquanto orbitava uma fraca estrela amarela, ela própria perdida num canto indistinguível de uma galáxia comum, essa luz primordial encontrou seres que ansiavam compreendê-la e que, usando todas as suas

faculdades mentais e ferramentas providas pela evolução, começaram com determinação a recriar, no interior das suas mentes, o caminho por onde essa corrente de informação potencial viera e o que possivelmente significava. As três visões cosmológicas representadas na figura 1.2 oferecem um pequeno vislumbre da enormidade deste ato humano coletivo de criação mental. E, quer se olhe para a última descrição visual do Universo conhecido criada pela NASA, para os frescos de Miguel Ângelo ou para as paredes pintadas da caverna de Lascaux, não há forma de evitar sentir uma momentânea falta de ar, emocionados e, acima de tudo, profundamente sensibilizados pela esplendorosa magnificência que este nosso Verdadeiro Criador alcançou em tão pouco tempo.

O VERDADEIRO CRIADOR DE TUDO FAZ A SUA ENTRADA EVOLUTIVA

Quando o bisonte, alertado pelo assobio agudo vindo dos arbustos, levantou a sua volumosa cabeça preta da erva, o seu destino estava já decidido.

Incapaz de ver bem à primeira vista devido ao denso nevoeiro que abraçava o vale, o poderoso macho foi invadido por uma nauseante sensação de terror quando as chamas irromperam sincronizadas com uma onda de grunhidos e gritos selvagens, oriundos da densa folhagem mesmo à sua frente. Depois de um primeiro momento de confusa hesitação, virou o corpo compacto e preparou-se para se pôr em fuga, tanto do fogo como da horda de criaturas bípedes que surgiam dos arbustos e se apressavam na sua direção. Durante esta caótica transição do medo paralisante para o esmagador desejo de fugir, o bisonte sentiu o primeiro impacto incisivo nas costas. A dor provocada foi aguda e profunda, mas, antes que se pudesse aperceber de que as pernas já não conseguiam responder aos urgentes comandos emitidos pelo cérebro agitado, seguiram-se vários impactos semelhantes, um após o outro, numa questão de segundos, selando a sua sorte. Tudo o que agora podia fazer era ceder à fraqueza que lhe começava a tomar conta do corpo e deixar-se simplesmente cair no chão.

Os grunhidos selvagens aproximaram-se cada vez mais até, inexplicavelmente, começarem a esbater-se, mesmo apesar de o bisonte poder constatar que fora cercado por um numeroso grupo de caçadores jubilosos, cada um deles revestido de múltiplas camadas

de peles de animais curtidas, cada um deles segurando uma pedra com ar ameaçador, construída por mãos preênses, ágeis e precisas. O som menos audível das suas vozes não significava de todo que os caçadores se estavam a ir embora. Muito pelo contrário; ficariam ali em redor durante os milénios seguintes. A única coisa que se desvaneceu rapidamente naquela manhã foi a capacidade do bisonte de se manter alerta. Estava a viver os seus últimos segundos na Terra, ainda atordoado pela celeridade com que a sua vida chegara ao fim.

E, embora não lhe servisse de consolo, a cena que acabara de se desenrolar seria quase de certeza imortalizada numa pintura rupestre: para lhe honrar a memória e o sacrifício, para ensinar a futuros caçadores as táticas utilizadas naquela manhã e, talvez, para representar uma crença num reino místico onde o bisonte entraria agora para continuar a sua existência, depois de ter sucumbido ao engenho de uma nova forma de vida para além da sua capacidade de compreensão. Com efeito, nos derradeiros momentos de discernimento, o magnífico animal não tinha maneira de saber que a sua queda fora cuidadosamente planeada, muito antes de acontecer, e depois posta em prática, sem falhas, pelo mais criativo, eficaz e, em alguns casos, mortífero computador orgânico paralelo alguma vez moldado pelas vias cegas da seleção natural: uma rede cerebral humana.

*

A reconstrução desta cena de caça pré-histórica, ainda que fictícia, capta alguns dos principais atributos neurobiológicos resultantes de um complexo processo evolutivo iniciado quando, há cerca de 6 milhões de anos, os nossos parentes primordiais divergiram de um antepassado comum que partilhamos com o chimpanzé moderno. No seu conjunto, este processo dotou a nossa espécie de capacidades mentais sem precedentes. Ainda hoje subsistem muitas dúvidas na definição da exata cadeia de fenómenos interligados por uma relação causal que precipitou o surgimento de tais extraordinárias adaptações neurológicas. O meu objetivo aqui, portanto, não é o de me

perder em pormenores, mas o de recuperar, em traços largos, algumas das transformações essenciais e dos mecanismos neurobiológicos potenciais que permitiram que o cérebro do *Homo sapiens* moderno surgisse e tomasse conta de todo o planeta. Mais especificamente, o meu objetivo é o de descrever o modo como esse computador orgânico – é assim que gosto de caracterizar o cérebro humano – alcançou a sua configuração atual e, durante o processo, adquiriu os meios para gerar uma série de comportamentos humanos basilares que se vieram a revelar fundamentais para a ascensão do Verdadeiro Criador de Tudo enquanto centro do universo humano.

Historicamente, o primeiro fator que atraiu a atenção dos paleontólogos e antropólogos como possível causa subjacente à gradual complexidade do comportamento humano ao longo do tempo evolutivo foi o aumento de tamanho dos nossos cérebros. Tal processo, também conhecido por «encefalização», começou há cerca de 2,5 milhões de anos (figura 2.1). Até então, os cérebros dos primeiros hominídeos que caminhavam eretos, como o *Australopithecus afarensis* apelidado de Lucy, possuíam um volume cerebral de aproximadamente 400 centímetros cúbicos, semelhante ao dos atuais chimpanzés e gorilas. No entanto, há cerca de 2,5 milhões de anos, o *Homo habilis*, um caçador que produzia ferramentas, possuía um cérebro cujo volume, 650 centímetros cúbicos, era já mais de 50 % maior do que o de Lucy.

Decorreriam 2 milhões de anos até se dar uma segunda fase de acelerado crescimento cerebral. Começou há cerca de 500 mil anos e continuou nos 300 mil anos seguintes. Durante este período, o cérebro do *Homo erectus*, o ator principal que se seguiu na nossa peça evolutiva, atingiu um pico de 1200 centímetros cúbicos. No período compreendido entre 200 mil e 30 mil anos antes de nós, o volume do cérebro dos nossos parentes humanos atingiu um pináculo com os Neandertais, chegando perto dos 1600 centímetros cúbicos. Contudo, quando a nossa espécie apareceu, os cérebros dos homens tinham sofrido uma redução para os 1270 centímetros cúbicos, enquanto o volume cerebral das mulheres atingia cerca de 1130 centímetros cúbicos.

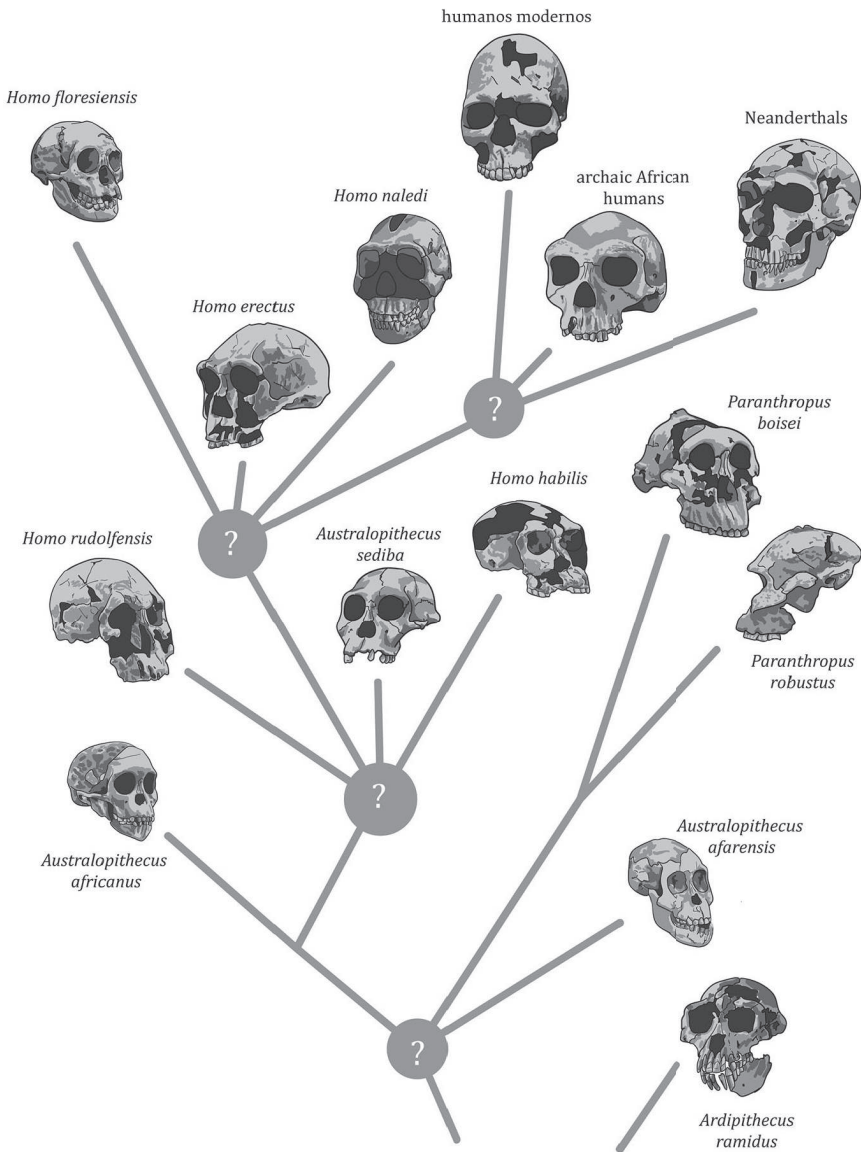


Figura 2.1. Uma árvore genealógica especulativa das espécies homínidas. Os pontos de interrogação sinalizam os momentos em que os paleoantropólogos não têm a certeza do sentido seguido pela ramificação.

Um fator-chave que temos de ter em conta quando olhamos para estes números é o facto de, no final desta história com 2,5 milhões de anos, os cérebros da nossa linhagem humana terem crescido muito mais do que o resto dos nossos corpos. Tal significa que o aumento para o triplo, ocorrido de modo a produzir o cérebro humano moderno, gerou um sistema nervoso central cerca de nove vezes maior do que seria de esperar noutro mamífero com o nosso peso corporal.

Quando tentamos identificar a origem deste extraordinário aumento do tamanho do cérebro para o triplo desde o *Australopithecus afarensis* até ao *Homo sapiens*, percebemos que a maior parte do crescimento, já normalizado pela alteração equivalente no peso corporal, se deve a um tremendo aumento do volume do neocórtex, a porção de tecido neuronal contorcido que dá forma à camada externa dos nossos cérebros. Este aspeto é particularmente relevante porque se sabe que o neocórtex medeia todas as nossas capacidades cognitivas avançadas, o conteúdo mental que verdadeiramente define a essência do que significa ser humano. Na maioria dos primatas, o neocórtex perfaz cerca de 50 % do volume cerebral. Nos humanos, porém, o neocórtex representa quase 80 % do volume total do sistema nervoso central.

Qualquer teoria que pretenda explicar o explosivo crescimento do cérebro experienciado pela nossa linhagem humana terá de lidar com o paradoxo de que o nosso tecido cerebral consome muita energia. Por conseguinte, à medida que os nossos antepassados foram desenvolvendo cérebros grandes, tiveram de se esforçar muito mais para encontrar os recursos calóricos que suportassem a manutenção dos seus sistemas nervosos centrais sedentos de energia. Com efeito, apesar de um cérebro humano ser responsável por cerca de 2 % do peso corporal humano, consome aproximadamente 20 % de toda a energia gerada por cada um de nós. Esta característica pressupõe ingerir muito mais comida, o que levaria os animais a terem de estar mais tempo expostos aos predadores, como aconteceu com o nosso bisonte, ou, em alternativa, a mudar de regime alimentar, no sentido de consumir refeições mais calóricas. Esse acréscimo calórico começou a materializar-se quando os hominídeos mudaram a sua dieta comum aos primatas,

baseada em folhagens e frutos, para incorporarem uma oferta alimentar imediatamente disponível que pudesse gerar um rendimento energético muito maior por volume ingerido. Tais alimentos eram a gordura e a carne animal ricas em proteína. O cenário melhorou ainda mais quando os hominídeos aprenderam a controlar o fogo e descobriram a arte de cozinhar. Ao cozinhareм carne animal e vegetais altamente energéticos, estes hominídeos melhoraram a facilidade com que conseguiam digerir as suas refeições e, conseqüentemente, passaram a ser capazes de extrair delas mais energia. Esta mudança no regime alimentar foi acompanhada – podendo até ter sido responsável – por uma adaptação evolutiva muito significativa: uma redução considerável do tamanho e da complexidade dos intestinos (sobretudo do cólon). Como os intestinos grandes e complexos necessitam de muita energia para trabalhar, tal redução visceral produziu uma poupança adicional de energia que pôde ser dirigida para o apoio ao funcionamento dos cérebros maiores.

No entanto, saber identificar as fontes de energia necessárias para manter os cérebros maiores não explica a razão por que sistemas nervosos tão desproporcionalmente grandes surgiram em primeiro lugar. Após algumas tentativas falhadas, uma hipótese plausível e apelativa para o aumento do tamanho dos cérebros primatas e humanos começou a materializar-se na década de 1980, quando Richard Byrne e Andrew Witten argumentaram que os cérebros de macacos e humanos cresceram em função da progressiva complexidade das suas sociedades. Batizada como «teoria maquiavélica da inteligência», esta teoria propunha que, para os grupos sociais dos macacos e dos humanos poderem sobreviver, os seus elementos tiveram de lidar com a complexidade das dinâmicas fluidas subjacentes às suas relações sociais. Adquirir, interpretar adequadamente e utilizar tal conhecimento social é essencial para distinguir amigos e colaboradores, bem como potenciais ameaças. Portanto, de acordo com Byrne e Witten, o enorme desafio colocado pela gestão de grandes quantidades de informação social requeria que os macacos, e em particular os humanos, desenvolvessem cérebros maiores.

Por outras palavras, a teoria maquiavélica da inteligência propõe que são necessários cérebros maiores para desenvolver um mapa social, baseado no cérebro, do grupo ao qual pertencemos e com o qual interagimos diariamente. Assim sendo, esta proposta converge com a ideia de que cérebros maiores como os nossos podem desenvolver uma construção mental conhecida como «teoria da mente» (ou «mentalização»). De um modo geral, esta aptidão cognitiva confere-nos a capacidade de reconhecer não só que outros membros do nosso grupo social têm os seus próprios estados mentais internos como também que podemos conjeturar continuamente sobre que estados poderão ser esses enquanto interagimos com eles. Ou seja, uma teoria da capacidade da mente permite-nos pensar sobre o que as outras pessoas estão a pensar, quer sobre nós quer sobre outros elementos do nosso grupo social. Evidentemente, para tirarmos partido de tão tremenda capacidade, teremos de assumir que os nossos grandes cérebros também nos dotaram de autorreconhecimento, autoconsciência e da criação do ponto de vista do próprio cérebro.

Na década de 1990, Robin Dunbar, um antropólogo e psicólogo evolutivo britânico da Universidade de Oxford, apresentou uma nova forma de fornecer apoio experimental à teoria maquiavélica. Em primeiro lugar, ao invés de olhar para o tamanho do cérebro no seu todo, centrou-se no neocórtex. Embora o resto do cérebro desempenhe papéis psicológicos importantes, quando abordamos aptidões como a construção de ferramentas, a linguagem, a criação de um sentido de si mesmo, uma teoria da mente e muitos outros atributos mentais, é para o neocórtex que devemos olhar.

Dunbar decidiu testar esta teoria usando o único parâmetro de complexidade social a que poderia facilmente aceder de uma forma muito quantitativa: a dimensão dos grupos sociais primatas. O espantoso resultado obtido pelo palpite inteligente de Dunbar é traçado na figura 2.2. Como facilmente se constata, o logaritmo da dimensão do grupo de várias espécies primatas pode ser enquadrado ao longo de uma linha reta em função do logaritmo do seu correspondente rácio neocortical. Consequentemente, este gráfico possibilita-nos

estimar com facilidade a dimensão ideal do grupo social de uma espécie a partir do seu rácio neocortical. Em honra da sua descoberta, qualquer estimativa da dimensão de um grupo animal obtida através desta curva tornou-se conhecida como o «número de Dunbar» para uma dada espécie. Assim, no caso dos chimpanzés, o número de Dunbar é igual a 50, significando isto que o córtex deste macaco é compatível com a gestão da complexidade social gerada por um grupo de cerca de 50 elementos.

De acordo com a hipótese do cérebro social de Dunbar, como esta teoria ficou conhecida, o nosso córtex expandido concede-nos as aptidões mentais para lidar com um grupo social próximo constituído por cerca de 150 outros seres humanos, uma estimativa em conformidade com os dados sobre os caçadores-recoletores modernos, bem como com os dados arqueológicos indicativos das populações das povoações agrícolas do início do Neolítico estabelecidas no Médio Oriente.

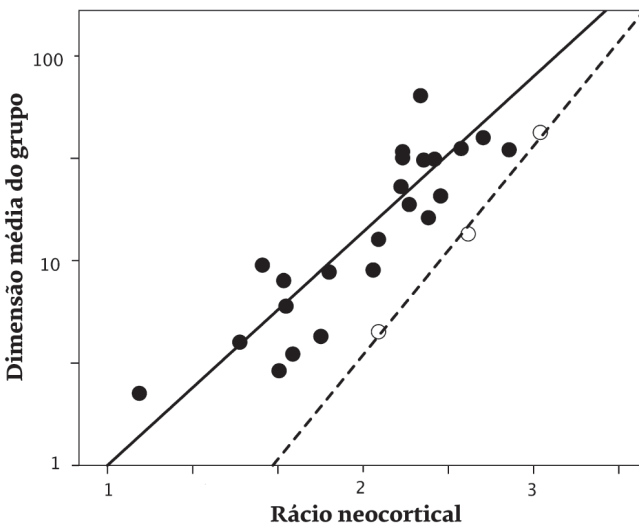


Figura 2.2. Correlação entre a dimensão média do grupo e o rácio neocortical para diferentes primatas antropoides [os simios (*monkeys*) são representados pelos círculos pretos e os macacos (*apes*) pelos círculos brancos].

Apoio suplementar ao argumento de Dunbar de que parece existir um limite de complexidade social com a qual conseguimos lidar sozinhos através do contacto interpessoal, sem quaisquer mecanismos externos ou artificiais de controlo social, pode ser visto quando os grupos humanos começaram a exceder os 150–200 elementos. A melhor ilustração para este fenómeno são as empresas nas quais o número de empregados cresce para além do limite de Dunbar. Acima desse patamar, há uma crescente necessidade da introdução de gerentes, supervisores e processos administrativos simplesmente para efetuar o controlo do que vai acontecendo.

Por mera curiosidade, a figura 2.3 mostra a estimativa de Dunbar para a dimensão do grupo social calculada para a maioria dos nossos principais antepassados, baseada na reconstrução dos seus rácios neocorticais relativos a partir de fósseis de crânios. Podemos simplesmente consultar este gráfico para vermos quanto impacto social foi gerado pelo crescimento do cérebro ao longo dos últimos 4 milhões de anos.

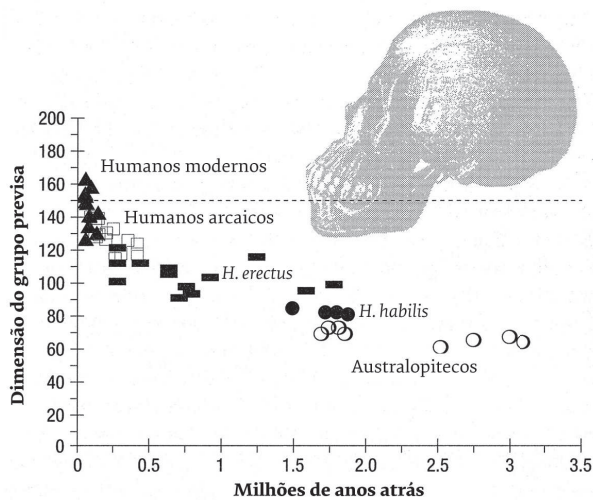


Figura 2.3. Dimensão do grupo prevista para populações de cinco dos nossos homínidos ancestrais – Australopitecos, *Homo habilis*, *Homo erectus*, humanos arcaicos (incluindo Neandertais) e *Homo sapiens* – representados em função da respetiva idade fóssil estimada.

Mas como mantêm os grupos sociais primatas a integração de tão grandes números de indivíduos? Em primatas não-humanos, a limpeza e tratamento do outro parece ser o comportamento central usado para a manutenção de relações sociais coesas. A ideia de que limpar e tratar do outro desempenha uma função social tão importante é suportada pela descoberta de que os primatas passam 10 % a 20 % do seu tempo dedicados a esta atividade. O facto de os opioides endógenos – as chamadas endorfinas – serem libertados durante o tratamento e a limpeza em macacos parece explicar em parte quão eficientemente a exploração coletiva do refinado sentido do tato dos primatas cria as duradouras condições para os laços afetivos necessários à manutenção da coesividade das suas sociedades; os animais tratados tendem a relaxar e a mostrar níveis de stress muito menores. Ao contrário dos nossos parentes primatas, nós não dedicamos muito tempo a limpar e tratar uns dos outros como forma de manter a harmonia dos nossos grupos sociais. Dunbar estima que só esta atividade tomaria 30 % a 40 % do dia inteiro para manter um grupo social de 150 pessoas. Ao invés, como defende Dunbar, poderemos ter recorrido à utilização da linguagem para cumprir o mesmo objetivo que a limpeza e o tratamento do outro cumprem noutras espécies.

Complementada por gestos manuais, grunhidos e assobios, a linguagem poderá ter dotado os primeiros humanos de um modo de expressão muito eficiente, capaz de manter a união em grupos numerosos. Com efeito, Robin Dunbar dá um exemplo muito bom do impacto da linguagem enquanto ferramenta de formação de laços afetivos humanos. Ao estudar o conteúdo de conversas em grupos sociais muito diferentes na Inglaterra moderna, descobriu que, independentemente de quem estivesse a falar, cerca de dois terços das conversas giravam em torno das nossas vidas sociais. Por outras palavras, de acordo com a investigação de Dunbar, tagarelar parece ser o nosso tema moderno preferido, o que sugere que serviu de principal mecanismo através do qual os primeiros membros da nossa espécie, há centenas de milhares de anos, conseguiram estabelecer e manter o funcionamento adequado de grupos sociais numerosos.

Apesar da aparente simplicidade elegante dos argumentos de Dunbar, a evolução animal raramente segue uma cadeia de eventos linear e simples como a sua teoria sugere. Ao invés, muitos desvios causais parecem interagir uns com os outros, fazendo com que muitas características tendam a coevoluir em resultado de uma pressão seletiva particular e cheguem mesmo a influenciar a evolução de cada uma. Tal como outros autores argumentaram desde que Dunbar propôs a hipótese do cérebro social na década de 1960, essa cadeia causal não-linear terá provavelmente influenciado a relação entre o crescimento do neocórtex e a progressiva complexidade do comportamento social. Desde logo, podemos dizer que o crescimento do cérebro e o surgimento da linguagem não só possibilitaram como foram também necessários ou mesmo impulsionados pela progressiva complexidade do comportamento social humano.

Neste contexto, ao longo dos últimos 20 anos, foi proposta uma outra abordagem relativa à combinação de fatores que poderá ter guiado a evolução humana e o processo de encefalização. Por exemplo, Joseph Henrich, professor do Departamento de Biologia Evolutiva da Universidade de Harvard, defende convictamente que a cultura humana desempenhou um papel central na condução da evolução humana, e provavelmente no crescimento do cérebro humano. No seu livro *The Secret of Our Success: How Culture Is Driving Human Evolution, Domesticating Our Species, and Making Us Smarter* [O Segredo do Nosso Sucesso: Como a Cultura Está a Conduzir a Evolução Humana, a Domesticar a Nossa Espécie e a Tornar-nos Mais Inteligentes], Henrich descreve detalhadamente a sua teoria de como a transmissão de «práticas, procedimentos, técnicas, heurísticas, ferramentas, motivações, valores e crenças» através das gerações nos tornaram «animais culturais» por excelência. Ao aprendermos uns com os outros, conjugando o conhecimento acumulado, e transmitindo-o aos nossos grupos sociais e depois às gerações futuras, a cultura humana não só forneceu melhores meios de sobrevivência como também criou, com o passar do tempo, uma nova pressão seletiva favorável aos indivíduos mais capazes de aprender e assimilar tal dote cultural.

Segundo esta perspectiva, a evolução humana foi profundamente influenciada por aquilo que Henrich apelida de «coevolução gene-cultura», a recíproca e recorrente interação entre cultura e genes. Um processo deste tipo desenvolve-se em primeiro lugar porque as dinâmicas interações humanas num grupo social geram produtos culturais enquanto propriedade emergente da interação paralela entre os muitos cérebros humanos individuais que constituem o grupo. Henrich define este processo de aprendizagem, aperfeiçoamento e transmissão de conhecimento em grupo como um produto criado pelo «cérebro coletivo» do grupo. Quanto a mim, refiro-o como função central das redes cerebrais humanas, o principal mecanismo através do qual o universo humano foi moldado.

De acordo com a abordagem de Henrich, o sucesso evolutivo experimentado pelo *Homo sapiens* depende muito mais da nossa capacidade de tirar partido dos nossos cérebros coletivos do que do poder dos nossos sistemas nervosos individuais. Tal hipótese explicaria em parte, por exemplo, o porquê de os hominídeos com cérebros pequenos, cujos fósseis foram encontrados na Ilha das Flores, na Indonésia, terem sido provavelmente capazes de aprender a usar o fogo para cozinhar ou produzir ferramentas em pedra, apesar de serem portadores de um cérebro cujo volume era equivalente aos nossos primos australopitecos. A formação e a transmissão de cultura teriam compensado os pequenos cérebros individuais do *Homo floresiensis*, o que implica que o tamanho do cérebro não é a única variável a considerar na avaliação da evolução das competências cognitivas humanas.

Embora concorde com a maioria dos argumentos de Henrich, é evidente que as propriedades neuroanatômicas e neurofisiológicas únicas dos nossos cérebros individuais são essenciais para permitir a formação de redes cerebrais excelentes e dotar os grupos sociais humanos com a capacidade de gerar e transmitir conhecimento (ver o capítulo 7).

As implicações da teoria da coevolução cultura-gene, bem como as minhas próprias considerações sobre a mesma, podem ser

claramente ilustradas por uma importante consequência da evolução humana: a nossa refinada capacidade de criar novas ferramentas. Quando os nossos antepassados começaram a caminhar eretos há cerca de 4 milhões de anos, aumentaram significativamente o alcance espacial das suas expedições diárias em busca de comida e abrigo. A seu tempo, esta espantosa inovação biológica permitiria que os homínídeos africanos se alastrassem, primeiro ao longo da costa africana e no seu interior, e depois através do mundo inteiro. Assim sendo, as primeiras vagas de colonização humana do mundo, e as raízes do que designamos atualmente por processo de globalização, foram levadas a cabo por emigrantes africanos descalços que procuravam melhores condições de vida. Alguém deveria recordar aos políticos atuais que, sem estas épicas viagens de migrantes, o mundo que conhecemos hoje não teria sido possível. Mas caminhar ereto fez muito mais do que aumentar o alcance das deambulações humanas. Libertou tanto os braços como as mãos dos nossos antepassados para a realização de uma variedade de outros comportamentos motores, alguns deles requerendo movimentos de coordenação finos e precisos com recurso aos polegares oponíveis e restantes dedos. Combinado com o desenvolvimento dos circuitos corticais frontoparietais, o bipedismo concedeu-nos a oportunidade de usar as nossas mãos para produzirmos ferramentas.

No entanto, para que a construção de ferramentas acontecesse, os nossos antepassados tiveram de adquirir a aptidão mental de procurar e estabelecer nexos de causalidade no mundo em redor. Por exemplo, um nosso predecessor poderá ter atirado uma pederneira contra uma parede rochosa. Observando que algumas das lascas daí resultantes eram capazes de cortar todo o tipo de coisas, este homínídeo poderá ter decidido começar a partir intencionalmente pedras umas contra as outras para fazer mais e melhores ferramentas cortantes. E, assim que este inovador pioneiro passou a conseguir retirar carne de uma carcaça mais depressa e mais eficazmente com a sua nova ferramenta, outros membros do grupo social tiveram provavelmente isso em conta e começaram a observar atentamente

o modo como o inovador produzia o novo instrumento. A combinação da capacidade de gerar percepções seguida da disseminação de novo conhecimento entre um grupo social determina um atributo neurológico fundamental que diferencia a nossa espécie dos outros primatas.

O fenómeno através do qual as mesmas estruturas cerebrais em múltiplos observadores são concomitantemente ativadas pelos atos motores de um indivíduo costuma ser apelidada de «ressonância motora». Se os observadores começarem a reproduzir os comportamentos motores que observaram, utiliza-se a expressão «contágio motor». Quando o contágio se manifesta muito rapidamente, o fenómeno é conhecido por «mimetismo». Alguns circuitos específicos do cérebro primata (ver o capítulo 7) desempenham um papel crucial na génese da ressonância motora, que aciona tanto o contágio como o mimetismo nos macacos-rhesus, nos chimpanzés e nos humanos. Todavia, os estudos anatómicos e fisiológicos comparativos desses circuitos corticais nestes três primatas revelam importantes diferenças, quer em termos de conectividade quer em termos de padrões de ativação durante a ressonância. Estas descobertas são importantíssimas porque salientam o modo como o processo evolutivo poderá ter influenciado primeiro a conectividade entre diferentes regiões corticais dos lobos temporais, parietais e frontais, e depois os padrões do sistema de circuitos de ativação de funções, conduzindo a redes cerebrais distintas em diferentes tipos de primatas.

Por regra, os macacos-rhesus dependem menos de interações sociais para aprenderem novas competências do que os chimpanzés, os quais, por sua vez, exibem ações aprendidas socialmente menos complexas do que os humanos. Estes dados significam que os exemplos de capacidades motoras aprendidas através de interações sociais – por ressonância motora e contágio – pelos macacos-rhesus são raros. Os chimpanzés selvagens, por outro lado, são capazes de expressar o contágio de competências, como a comunicação por gestos e a construção de ferramentas. Ao contrário dos macacos e dos chimpanzés, os seres humanos distinguem-se pela sua capacidade de empregar a ressonância

e o contágio motores na propagação de novos conhecimentos pelos seus grupos sociais, tanto localmente, através de gestos manuais e da linguagem, como à distância, recorrendo a uma enorme variedade de meios e tecnologias de comunicação desenvolvidos pelo seu «cérebro coletivo».

Há duas opções possíveis em que um observador pode focar o seu contágio de um novo ato motor: a emulação ou a imitação. Embora a emulação descreva o ato de simplesmente nos focarmos na cópia do objetivo final de um ato motor observado, a imitação expande este foco de modo a incluir a reprodução ou a cópia de todo o processo necessário para atingir um determinado objetivo. Curiosamente, da análise de todos os dados comportamentais disponíveis resulta o consenso de que os macacos-rhesus dedicam-se sobretudo a emular em vez de imitar, enquanto a imitação é mais comum nos chimpanzés. Na verdade, os chimpanzés são capazes de observar, adquirir, copiar e transmitir novos processos para a execução de comportamentos motores a membros da mesma espécie pertencentes aos seus grupos, uma característica que sugere a capacidade de desenvolver e manter uma cultura motora prototípica entre estes macacos.

Contudo, apesar da sua clara capacidade para imitar, os chimpanzés fazem-no com muito menos frequência do que os humanos. No fundo, isto quer dizer que os chimpanzés ainda tendem a focar-se mais na emulação – copiando o resultado final de um comportamento motor –, enquanto os humanos são imitadores muito melhores – focando-se essencialmente na reprodução do processo através do qual se atinge um objetivo motor. Além disso, graças ao dramático desenvolvimento da comunicação possibilitado pela linguagem, os humanos são muito melhores a ensinar a outros novas competências. Por outras palavras, nos humanos um conhecimento propaga-se bastante depressa e eficientemente através de conversas.

Assim que um conhecimento é produzido por um indivíduo ou por uma pequena equipa de colaboradores, através de um mecanismo que descrevo nos capítulos 7 e 11, a ressonância e o contágio motores

assegurar-se-ão de que este conhecimento se propaga e contamina (quase como um vírus) muitos elementos de um determinado grupo social. Esse recrutamento mental é responsável pela fundação de uma rede cerebral humana assente na construção de ferramentas que poderá melhorar o método, acumular o saber e distribuí-lo pelas gerações vindouras.

No entanto, a primeira ferramenta de caça inventada, a arte de britar, que constitui a base da primeira revolução industrial gerada pelo homem e da construção de ferramentas em geral, evoluiu através de um progressivo processo de descoberta, aperfeiçoamento e complexidade adicional. Embora tenham sido necessários milhões de anos para que os primitivos machados de mão feitos em pedra pelos nossos primeiros antepassados se metamorfoseassem nas lanças afiadas que permitiram que os caçadores *Homo sapiens* apanhassem grandes presas, a construção e a utilização de ferramentas tornaram-se inseparáveis de qualquer descrição do que significa ser humano. Com efeito, mesmo apesar de outros animais, incluindo os chimpanzés, produzirem ferramentas rudimentares, os seus artefactos não mostram o mesmo padrão de complexidade adicional presente nos nossos. Além disso, estes animais jamais exibiram a exclusiva capacidade humana de adquirir, acumular e transmitir tais conhecimentos de uma geração para a seguinte, durante centenas, milhares ou até milhões de anos. Assim, uma vez que a aptidão mental necessária para gerar conhecimento surgiu numa espécie que adora cooperar e também vangloriar-se, as abordagens inovadoras para britar pedra puderam propagar-se, desencadeando uma revolução na vida humana. A partir de então, para serem bem-sucedidos e obterem um impacto definitivo, as percepções e as competências em torno da construção de ferramentas tiveram de ser complementadas pela gabarolice iniciada pelos coesos e habilidosos mestres da britagem, caso contrário os recém-adquiridos saberes acabariam inevitavelmente por morrer, inauditos, como prisioneiros deixados no confinamento solitário dos próprios cérebros individuais dos mestres.

«O Verdadeiro Criador de Tudo é uma história sobre o funcionamento do cérebro humano e a sua posição central na cosmologia do universo humano: (...) tudo o que define, para o bem e para o mal, o nosso legado enquanto espécie.»

Em 2014, Miguel Nicolelis liderou a equipa de cientistas que concebeu um exoesqueleto robótico controlado pelo cérebro para Juliano Pinto, um jovem paraplégico, permitindo-lhe dar o pontapé na bola que abriu oficialmente o Mundial de Futebol desse ano, no Brasil. Neste seu mais recente livro, Nicolelis, considerado um dos mais influentes cientistas do mundo pela revista *Scientific American*, revela, de modo claro e acessível, a sua teoria revolucionária de como o cérebro humano evoluiu para se tornar um computador orgânico sem rival no universo conhecido, empreendendo também a primeira tentativa de explicar a totalidade da história, cultura e civilização humanas com base numa série de princípios-chave da função cerebral recentemente descobertos.

Combinando ideias de campos tão diversos como a Neurociência, a Matemática, a Robótica, a Cosmologia, a Paleontologia e a Arqueologia, a Arte e a Filosofia, Nicolelis apresenta ao leitor um fascinante manifesto da singularidade da mente humana, deixando ainda um aviso relativo às ameaças que a tecnologia coloca ao tempo presente e às gerações futuras.

| | |
|---|--|
| ELSINORE entre nós e as palavras 20 20 editora | ISBN 978-989-864-865-2  9 789895 648852 Ensaio |
| YOU ARE WELCOME TO WWW.ELSINORE.PT | |