

CÉREBRO MANUAL DO UTILIZADOR

MARCO MAGRINI

Tradução de Carlos Aboim de Brito

 **DESASSOSSEGO**
LIVROS PARA PENSAR

Para Jaja e Lilli

ÍNDICE

Para começar	13
1.0 Visão de conjunto	17
1.1 Especificidades técnicas	21
1.2 Versão de sistema	22
2.0 Componentes	23
2.1 Neurónio	24
2.1.1 Dendrites	27
2.1.2 Soma	28
2.1.3 Axónio	29
2.1.4 Sinapses	30
2.2 Neurotransmissores	32
2.3 Células gliais	39
2.3.1 Micróglias	41
2.3.2 Astrócitos	42
2.3.3 Oligodendrócitos	42
2.4 Outras componentes	43
2.4.1 Barreira hematoencefálica	43
2.4.2 Líquido cerebrospinal	44
3.0 Topografia	45
3.1 Cérebro «réptil»	46
3.1.1 Tronco encefálico	47
3.1.2 Cerebelo	50
3.2 Cérebro «mamífero»	51
3.2.1 Tálamos	52
3.2.2 Amígdalas	53

3.2.3	Hipocampos	54
3.2.4	Hipotálamo	55
3.2.5	Gânglios da base	56
3.2.6	Circunvoluções cinguladas	57
3.3	Cérebro «primata»	58
3.3.1	Córtex cerebral	59
4.0	Características principais	67
4.1	Predição	67
4.2	Memória	71
4.3	Plasticidade	74
4.4	Inteligência	77
5.0	Instalação	81
5.1	Antes do início	81
5.2	Início	83
5.3	Requisitos energéticos	86
5.3.1	Alimentação	86
5.3.2	Sono	89
5.3.3	Exercício físico	92
5.4	Recomendações	94
6.0	Operatividade	97
6.1	Sentidos	98
6.1.1	Olfato	99
6.1.2	Paladar	102
6.1.3	Visão	103
6.1.4	Audição	106
6.1.5	Tato	108
6.1.6	Tempo	110
6.2	Sentimentos, emoções	113
6.2.1	Medo	114
6.2.2	Amor	116
6.2.3	Felicidade	119
6.3	Consciência	122
6.3.1	Percepção do «eu»	124

6.3.2 Empatia	127
6.3.3 <i>Weltanschauung</i>	130
6.4 Para lá da consciência	132
6.4.1 Sistema de recompensa	134
6.4.2 Livre-arbítrio	136
6.4.3 Personalidade	139
7.0 Painel de controlo	143
7.1 Motivação	144
7.2 Atenção	147
7.3 Aprendizagem	150
7.4 Imaginação	154
7.5 <i>Decision-making</i>	158
7.6 Controlo cognitivo	160
8.0 Modelos	165
8.1 Modelo F® e Modelo M® em confronto	166
9.0 Problemas comuns	171
9.1 Erros de cálculo	173
9.1.1 Sinestesia	173
9.1.2 Placebo e nocebo	174
9.1.3 Preconceitos cognitivos	175
9.1.4 Falsas memórias	177
9.1.5 Hábitos e dependências	178
9.1.6 Stresse crónico	181
9.1.7 Fobias e ilusões	183
9.2 Disfunções	184
9.2.1 Autismo	185
9.2.2 Depressão crónica	186
9.2.3 Distúrbio obsessivo-compulsivo	187
9.2.4 Esquizofrenia	187
9.2.5 Neurodegeneração	188
9.3 Mitos a destruir	189
10.0 <i>End-of-Life</i> (EOL)	193

10.1 Fase de aproximação	194
10.2 <i>Lifelong learning</i>	197
10.3 No fim de tudo	199
11.0 Extensões	201
11.1 Expandir a memória	202
11.2 Estratégias para o cérebro	205
11.3 Moléculas para o cérebro	209
12.0 Versões futuras	211
12.1 Neurotecnologias	212
12.2 CGM (cérebro geneticamente modificado)	215
12.3 Inteligência artificial	218
Apêndice	223
Garantia	223
Resolução dos inconvenientes	224
Notas legais	225
Posfácio de Tomaso Poggio	227
Bibliografia aconselhada	231
Índice analítico	235
Agradecimentos	247

PARA COMEÇAR

Parabéns pela aquisição deste produto exclusivo, feito à sua medida. Leia atentamente este manual e mantenha-o ao alcance da mão para o consultar em qualquer eventualidade.

O seu cérebro oferece-lhe um serviço extraordinário e irreplicável. A atual disponibilidade de um sistema sensorial para a percepção do ambiente, de um sistema nervoso para o controlo do aparelho motor, além de uma consciência integrada para discernir e decidir, oferecer-lhe-á anos de contínua existência.

Como dizia o célebre inventor Thomas Alva Edison, «o corpo serve para transportar o cérebro». Uma maneira bizarra de dizer que *nós somos* o nosso cérebro.

O mundo está povoado por milhões de manuais. No *site www.manualsonline.com* existem mais de 700 mil, um para cada máquina que possamos ter: do frigorífico ao corta-relva, da escova de dentes elétrica à porta da garagem. No entanto, neste microcosmo de informações baratas, não se faz referência à máquina mais importante com que cada um é dotado.

O cérebro é uma máquina. Pelo menos no sentido em que realiza uma complexa série de cálculos em paralelo para descodificar em tempo real as informações que lhe chegam das numerosas «periferias» sensoriais relacionadas, a mais complexa das quais é a visão. A resposta do cérebro pode ser comparada a um algoritmo, como se a mente fosse o *software* que «gira» no *hardware* do encéfalo.

Contudo, o cérebro não é uma máquina em sentido literal. Não é nem *hardware* nem *software*. *Wetware*, chamam-lhe alguns. Em que aquele «wet», banhado, sublinha a natureza biológica da máquina cerebral.

É o fruto mais maravilhoso — e misterioso — da Evolução.

É maravilhoso porque não há nada, em todo o Universo, que possa igualá-lo em complexidade. No entanto, é feito dos mesmos átomos da tabela periódica que compõem as estrelas, pacientemente combinados de modo a produzir o pensamento, a palavra e a ação. Logo, uma grande quantidade de outras coisas: da história à filosofia, da música à ciência.

É misterioso porque precisamente a ciência — uma criação do próprio cérebro — sabe que ainda não sabe o suficiente. Isto é, não sabe quase nada.

Não só não sabe como funciona o cérebro como nem sequer existe um consenso sobre o que é verdadeiramente. Imagine haver um entendimento sobre o que é a consciência, a sua característica mais extraordinária, a propriedade cerebral que suscitou séculos de incompreensões e de debates furibundos, e não só entre teólogos e filósofos. A título de exemplo, nem há um entendimento unânime sobre a frequente perda de consciência chamada sono: contam-se mais de vinte teorias alternativas sobre a razão pela qual o encéfalo tem necessidade de dormir (enquanto, entretanto, continua a trabalhar). Também não há consenso sobre a natureza dos distúrbios do sono e sobre algumas consequências desagradáveis, como a depressão. Obviamente, como se pode adivinhar, não existe uma abordagem ou uma ideia comum sobre a depressão. E poderíamos continuar assim, até ao infinito. No entanto, sabemos uma quantidade de coisas.

Os primeiros filósofos perguntavam-se se a mente residia no cérebro ou no coração, com expoentes respeitáveis como Aristóteles que propendiam para o segundo. Hoje sabemos que o cérebro é o centro de controlo do sistema nervoso de todos os vertebrados e de grande parte dos invertebrados. Sabemos através de que estádios se evoluiu. Sabemos do que é composto. Sabemos que conserva o código genético de cada célula, e sabemos lê-lo. Temos novas tecnologias como a fMRI (ressonância magnética funcional) ou a MEG (magnetoencefalografia) que nos permitem observar as atividades cognitivas enquanto decorrem. Estamos a avançar a grande velocidade na compreensão retrospectiva de todo o sistema.

O manual de um frigorífico é redigido pelo construtor do frigorífico. Com o cérebro, que é fruto de uma evolução com uma longevidade de milhões de anos, só os indícios reconstruídos por gerações de cérebros humanos poderão acabar por resolver o mistério. É a inteligência que

procura perceber-se a si mesma, como se fosse esta a inevitável evolução da Evolução.

Um manual completo de tudo o que sabemos sobre o cérebro, ou julgamos saber, seria monumental e apenas consultável por um especialista em neurociência. No entanto, este manual serve o utente comum de um cérebro humano. É uma coleção de simplificações da coisa mais complexa que existe, mas — esperamos — de alguma utilidade para o prático uso cerebral de todos os dias.

«Se o cérebro humano fosse tão simples de compreender, seríamos tão simples que não o compreenderíamos», diz uma famosa citação, de tal forma famosa que é atribuída a pelo menos três autores diferentes¹.

Mas o género humano, estamos convencidos disso, acabará por consegui-lo. É só uma questão de tempo. Não amanhã, mas dentro de vinte, cem ou duzentos anos, os cérebros dos *Homines sapientes* conseguirão compreender o cérebro, mas terão sido necessárias, desde o início da sua aparição evolutiva, algumas centenas de séculos.

Também este manual, como o de qualquer outro produto, não olha para o passado remoto da nossa ignorância nem para o distante futuro de um conhecimento hoje imperscrutável. Ocupa-se do que se pode realmente fazer com um cérebro humano no presente: ou seja, muito, mas muito mais do que se pensa.

Os avanços da tecnologia, mas também a extraordinária quantidade de descobertas neurocientíficas dos últimos vinte anos, confirmam em cada dia que passa a intuição de Santiago Ramón y Cajal, um dos pais da neurociência: «Cada ser humano, se estiver inclinado a fazê-lo — escreveu no longínquo 1897 —, pode ser o escultor do seu próprio cérebro.»

É bom que o seu cérebro, como o de qualquer outro utente, saiba o como e o porquê.

¹ A citação foi atribuída a Emerson Pugh pelo filho George, no seu livro *The biological origin of human values*. Mas foi também atribuída a Larry Chang, no livro *Wisdom for the soul*, e ao matemático Ian Stewart.



1.0 VISÃO DE CONJUNTO

Em cada segundo que passa, inclusive *este*, o seu sistema nervoso central é o laboratório de milhões de reações químicas das quais você nem sequer se apercebe. São a linguagem utilizada pelo cérebro para receber, elaborar e transmitir informações.

O cérebro foi longamente concebido como uma máquina. Visto que cada ideia é filha do seu tempo, René Descartes tinha-o comparado com uma bomba hidráulica, Sigmund Freud com um motor a vapor, Alan Turing com um computador. Como pode imaginar, Turing foi aquele que esteve mais próximo. O cérebro não é exatamente um computador, mas a analogia entre os dois é inegável.

Ambos transmitem informações por meio de mensagens elétricas. É verdade que no computador as mensagens são digitais (expressas na matemática por zero e um) e no cérebro analógicas (expressas num arco variável de milivolts), mas a questão é mais complexa, porque se a soma das mensagens analógicas supera um certo nível, o neurónio «acende-se» e transmite um impulso elétrico aos neurónios ligados. Mas se o nível não for superado, nada acontece. Também é uma mensagem binária o seguinte: sim ou não, aceso ou apagado [sinapses, 30].

Ambos fazem cálculos, mas se o computador tem uma estrutura serial, ou seja, calcula segundo uma sequência pré-ordenada, o cérebro opera em modalidade paralela, executando uma grande quantidade de cálculos simultaneamente [sentidos, 98]. Em compensação, os microprocessadores para as aplicações gráficas (chamados GPU) adotam já uma tecnologia paralela.

Ambos têm necessidade de energia: o computador sob a forma de elétrons, o cérebro sob a forma de oxigénio e glucose [alimentação, 86].

Ambos têm uma memória extensível: ao primeiro basta acrescentar ou substituir bancos de memória feitos de silício, ao segundo é suficiente multiplicar as conexões sinápticas através do estudo, do exercício e da repetição [memória, 71].

Ambos evoluíram no tempo: o computador a um ritmo exponencial, duplicando de dois em dois anos a sua capacidade de cálculo, enquanto o cérebro do *Homo sapiens* — originado pelo primitivo cérebro dos primitivos invertebrados — demorou 500 milhões de anos e, nos últimos 50 mil, não mudou grande coisa. De facto, trata-se do mesmo modelo de base de que você, gentil utente, está dotado [topografia, 45].

Durante séculos e milénios acreditou-se que o cérebro humano — excluindo o período da infância, quando aprendemos a falar e a andar — era substancialmente estático e imutável. Que um dano físico no cérebro era impossível de reparar, mesmo parcialmente. Que um rapaz atrasado nos estudos devia enfrentar insuperáveis limites cognitivos, alimentando assim gerações e gerações de desigualdades sociais. Acreditava-se que maus hábitos e dependências eram fardos a carregar durante toda a vida, ou que uma pessoa de oitenta anos não podia manter a memória de uma de cinquenta.

Só a partir dos anos setenta do século xx descobrimos que é verdade precisamente o contrário: o cérebro está em constante mudança. Mais, a mudança está precisamente na base dos seus mecanismos. Os efeitos desta propriedade, também chamada plasticidade cerebral [plasticidade, 74], vão para lá do imaginável. O cérebro é um poderoso computador, assíncrono e paralelo, mas que, além disso, é capaz de readaptar sozinho o seu *hardware*.

O *hardware* cerebral, composto por átomos e moléculas combinados de maneira engenhosa, empacota cerca de 86.000 milhões de neurónios num encéfalo de um quilo e meio. Do mesmo modo que cada neurónio pode acender e inundar de sinais milhares de neurónios adjacentes 200 vezes por segundo, há quem tenha estimado que o cérebro pode executar até 38.000 biliões de operações por segundo. Aquela história segundo a qual os seres humanos utilizam apenas 10% do seu cérebro é uma pata [mitos a destruir, 189]. Mas o que é lindo é que consegue fazer tudo isto consumindo menos de 13 watts. Do mesmo modo, nenhum supercomputador no mundo pode bater a capacidade de cálculo de um cérebro humano (também são «cálculos» a visão, a audição ou a imaginação) e muito menos a sua extraordinária eficiência energética. E isto é só o início.

Quase todas as células do corpo humano nascem e morrem, incessantemente. Todas exceto as células neuronais, as únicas que o acompanham ao longo do caminho da existência, do primeiro ao último dia da sua vida [end-of-life, 193]. No final de contas são elas que produzem o que você é. A personalidade, as capacidades e o talento, a erudição e o vocabulário, as inclinações e os gostos, até as recordações do passado estão de algum modo escritos na pessoal arquitetura neuronal [personalidade, 139]. De tal maneira pessoal que não existe no mundo um cérebro igual ao seu, nem se você tivesse um gêmeo ou uma gémea.

Pois bem, a referida máquina é mesmo capaz, dentro de certos limites, de corrigir os defeitos do seu *hardware*. Quando uma área cerebral é acidentalmente danificada, muitas vezes o cérebro é capaz de se reprogramar, de deslocar para outro local as ligações em falta e, em substância, de se ajustar sozinho [visão, 103]. E se isto acontece por vezes em grande escala (como no caso da perda de visão, quando as áreas cerebrais inutilizadas se põem ao serviço de outros sentidos), acontece continuamente em pequena escala porque, com o envelhecimento, muitos neurónios morrem e não regressam mais. Mas os que permanecem vivos sabem o que fazer para se reorganizarem para que a idade que avança não tenha consequências fatais [estratégias para o cérebro, 205]. O mesmo não se pode dizer de um processador de silício, no qual um único transistor defeituoso pode parar toda a engenhoca.

Mas quando se fala de reorganizar as sinapses, os estimados 150 biliões de conexões entre neurónios, o cérebro não tem necessidade de enfrentar uma emergência. Fá-lo sozinho, espontaneamente.

A influência de um neurónio sobre cada um de entre as centenas de neurónios ligados pode ser muito forte, muito fraco ou em qualquer grau intermédio, consoante a solidez e a força de cada sinapse. Há também uma espécie de regra, enunciada pelo cientista canadiano Donald Hebb, em 1949: «*Neurons that fire together, wire together.*» Os neurónios que se acendem juntos juntam-se e reforçam a ligação recíproca. É deste modo que o cérebro se reorganiza continuamente criando novas sinapses, reforçando as velhas, cortando aquelas que já não servem [início, 83]. Um grande número de funções cerebrais, a começar pela aprendizagem, depende deste ajustamento constante das conexões sinápticas e da sua força e solidez. Em suma, ao contrário do que se julgou durante séculos, o cérebro humano é tudo menos estático e imutável:

- em alguns casos é capaz de se autorreparar;
- uma criança «atrasada nos estudos» pode aprender a aprender.

Basta ensiná-la como o fazer e em vez de mortificá-la encorajá-la [aprendizagem, 150];

- qualquer mau hábito, por mais desagradável ou venial que seja, pode ser abandonado. Uma dependência, mesmo grave, como a dependência aguda do jogo, pode ser controlada e submetida [hábitos e dependências, 178];
- um idos pode manter a memória de um jovem adulto, se não desistir de aprender e de se esforçar cerebralmente [*lifelong learning*, 197];
- pelo contrário, uma condição de stresse prolongado, senão precisamente uma síndrome de stresse pós-traumático, também produz mudanças indesejadas e de longo prazo nas conexões cerebrais [stresse crónico, 181].

Atenção: em alguns casos, um funcionamento imperfeito da máquina cerebral pode implicar patologias ou outras respostas indesejadas que estão fora do alcance, simplesmente divulgador, deste manual [notas legais, 225] e que requerem conselhos e tratamentos por parte de profissionais especializados [disfunções, 184].

O utente de um cérebro que funciona pode descobrir que, quase sempre através de uma volição — uma tomada de vontade —, é capaz de modificar, ajustar, sintonizar, pelo menos em parte, a sua configuração sináptica [painel de controlo, 143]. Que depois, trocado por miúdos, quer dizer a sua vida.

Na expectativa de travar conhecimento com algum alienígena com uma inteligência superior, o cérebro do *Homo sapiens* continua a ser a coisa mais complexa, maravilhosa e fantástica do Universo. É a complexidade que torna estes neurónios capazes de produzir o pensamento, a inteligência e a memória, todos feitos à medida de cada utente. É maravilhoso que semelhante máquina biológica supere ainda, largamente, pela capacidade de cálculo e eficiência, todas as máquinas do mundo. É fantástico fazer um passeio por ele.

1.1 ESPECIFICIDADES TÉCNICAS

Peso (em média)	1350	gramas
Peso em relação ao total do peso corporal	2	por cento
Volume (em média)	1700	mililitros
Comprimento (em média)	167	milímetros
Largura (em média)	140	milímetros
Altura (em média)	93	milímetros
Número médio de neurónios	86	mil milhões
Diâmetro dos neurónios	4-100	mícrons
Potencial elétrico de repouso dos neurónios	-70	milivolt
Bombas de sódio por neurónio	1	milhão
Número de sinapses	> 150.000	mil milhões
Relação matéria cinzenta-matéria branca no córtex	1:1,3	
Relação neurónios-células gliais	1:1	
Número de neurónios no córtex cerebral (mulheres)	19,3	mil milhões
Número de neurónios no córtex cerebral (homens)	22,8	mil milhões
Perda de neurónios do córtex	85.000	por dia
Comprimento total das fibras mielinizadas	150.000	quilómetros
Superfície total do córtex cerebral	2500	cm quadrados
Número de neurónios do córtex cerebral	10	mil milhões
Número de sinapses no córtex cerebral	60	bilhões
Estratos do córtex cerebral	6	
Espessura do córtex cerebral	1,5-4,5	milímetros
Volume do líquido cefalorraquidiano	120-160	mililitros
pH do líquido cefalorraquidiano	7,33	
Número de nervos cranianos	12	
Fluxo sanguíneo	750	mililitros/seg.
Consumo de oxigénio	3,3	mililitros/min.
Consumo energético	> 12,6	watt
Velocidade máxima dos impulsos elétricos	720	quilómetros/hora
Temperatura operativa	36-38	graus Celsius

1.2 VERSÃO DE SISTEMA

Este cérebro é a versão 4.3.7 (G-3125)² de um sistema nervoso que evoluiu cuidadosamente ao longo de centenas de milhões de anos de aperfeiçoamentos genéticos, para lhe fornecer uma experiência completa de vida humana neste planeta.

Para o guia dos *upgrades* (atualmente não disponíveis), consulte a secção «Versões futuras» [versões futuras, 211].

² A versão número 4.3.7 (G-3125) é composta do modo seguinte:

4 = invertebrados/vertebrados/mamíferos/primatas

3 = hominídeos/australopitecos/*Homo*

7 = *Homo habilis*/*Homo ergaster*/*Homo erectus*/*Homo antecessor*/*Homo heidelbergensis*/*Homo sapiens*/*Homo sapiens sapiens*

G-3125 = número de gerações (estimativa) desde o advento do cérebro do homem moderno (*Homo sapiens sapiens*) até ao seu cérebro.



2.0 COMPONENTES

Anatomicamente, o seu cérebro parece uma coisa única, mas não é. É muitas vezes idealizado como uma rede de neurónios, mas é uma simplificação excessiva. Talvez possamos dizer que é uma rede de redes de redes.

Cada célula cerebral singular [24] poderia ser vista como uma microscópica rede fundamental, governada por instruções genéticas que ela própria contém e operada por milhões, entre canais iónicos, de bombas de sódio-potássio e outras engenhocas químicas que regulam o seu **potencial de membrana**, ou seja, a diferença de voltagem entre o interior e o exterior. Mas a realidade é que, sozinha, aquela unidade de cálculo singular não serviria para nada. O neurónio exprime toda a sua força em conjugação com outros neurónios.

Não é por acaso que as informações não se encontram nas células cerebrais, mas nas conexões entre elas, as **sinapses** [30].

Tipicamente, um neurónio pode ter milhares de ligações com outros neurónios pós-sinápticos a jusante. Os neurónios adjacentes organizam-se em **núcleos**, as unidades funcionais — por exemplo, apenas no hipotálamo [55], que é tão grande como uma amêndoa, existem mais de quinze, cada um com as suas missões —, ou se ligam em cadeia para formar os **circuitos cerebrais** que controlam funções particulares do cérebro, como o sono ou a atenção. E tal como muitos neurónios formam um circuito, muitos circuitos unem as forças para produzir resultados diferentes como a linguagem ou a empatia. É esta monumental rede de redes que gera a consciência e a inteligência [77].

O sistema não seria tão eficiente se não existisse uma outra rede paralela, com a qual está intimamente envolvido: a das **células gliais** [39], que serve para nutrir, oxigenar e limpar os neurónios e que, sobretudo, regula a extraordinária velocidade dos **axónios** — as autoestradas neuronais de longo escoamento [29] — cobrindo-os de um óleo esbranquiçado chamado **mielina**, que, em poucas palavras, amplifica o sinal [42]. O **córtex cerebral**, que ao contrário dos núcleos está organizado em seis estratos hierárquicos, deve a sua eficiência à grande velocidade dos sinais em grandes distâncias. Basta pensar que o comprimento total das fibras mielinizadas do seu cérebro (a começar pela abundante matéria branca que liga os dois hemisférios, o **corpo caloso**) é estimado em cerca de 150 mil quilómetros. Quase quatro vezes a circunferência da Terra na zona do equador.

Poderíamos acrescentar que nesta rede de monstruosa complexidade atuam em equipa o **hemisfério direito** e o **hemisfério esquerdo** (que regulam as partes opostas do corpo), atuam em equipa os quatro lobos e as diversas áreas funcionais do córtex (que orquestram o pensamento e as funções executivas) e também todas as outras componentes da máquina cerebral, cada uma distinta pela quantidade e pela qualidade dos neurónios que alberga, todos no seu lugar, com a sua hierarquia e a sua missão. Por outras palavras, a rede cerebral é feita de múltiplas sub-redes.

A Grande Pirâmide de Gizé, a *Gioconda*, o *Requiem* de Mozart, as descobertas da gravidade ou da evolução natural são apenas alguns exemplos do tipo de maravilhas que os neurónios podem produzir quando se organizam na super-rede da mente humana.

2.1 NEURÓNIO

Segundo algumas estimativas, um ser humano masculino com peso médio é composto por cerca de 37 biliões de células. Assim, quer você seja uma frágil senhora ou um robusto jovem, para construir um exemplar semelhante é necessário um número exorbitante de tijolos biológicos. No entanto, entre aquele caos de células dos ossos e do sangue, do fígado e da pele, há um grupo que fica fora do coro: o dos neurónios.

Os tijolos do cérebro têm propriedades espantosas. Para começar, são eletricamente excitáveis e, numa intrincada rede feita de centenas de

milhares de bilhões de conexões, são transmitidos impulsos elétricos e químicos a centenas de quilômetros à hora e no arco temporal de poucos milissegundos.

Estima-se que no seu encéfalo existam 86 bilhões³, que o acompanham do nascimento até à morte: ao contrário de todas as outras células, a grande maioria dos neurónios sobrevive durante a total duração da sua existência [193]. É a transmissão de informações eletroquímicas através de uma intrincada rede de células cerebrais que lhe permite, neste exato instante, ler e compreender. É esta rede que lhe permite a criação de memórias, ideias, sentimentos. E ainda muito mais.

O corpo central do neurónio, chamado **soma**, tem dimensões infinitesimais (o mais pequeno tem quatro microns de comprimento, quatro milionésimos de metro), mas em alguns casos a célula pode estender-se por muitos centímetros, ou seja, dezenas de milhares de vezes mais longe. Estes prolongamentos a longa distância chamam-se axónios: cada neurónio possui apenas um axónio, que, um pouco como se fosse um cabo transmissor, transporta a informação para fora da célula, para outros neurónios. No lado exatamente oposto, existem outros prolongamentos a pouca distância, as **dendrites**: um neurónio tem múltiplas dendrites com uma forma extremamente ramificada que, como se fossem cabos de receção, intercetam as informações e as transportam para dentro da célula.

Os neurónios podem assumir muitas formas diferentes — contam-se mais de duzentos tipos —, mas as divergências mais significativas estão nas funções que desenvolvem no interior da rede cerebral. Os **neurónios sensitivos** (também chamados aferentes, que «levam para dentro») recebem os sinais que entram pelos órgãos como os olhos e pelos tecidos como a pele, para o sistema nervoso central. Por sua vez, os neurónios motores (ou eferentes, que «levam para fora») transportam sinais de tipo motor do sistema nervoso central aos órgãos periféricos, até aos dedos dos pés, através da espinha dorsal. Os **interneurónios** — ou seja, todos os outros — produzem a maravilha da inteligência através de uma rede de ligações monumentalmente intrincada.

³ Muitos livros referem o número de cem bilhões de neurónios como cifra aproximada. Segundo um estudo de 2009 (Frederico Azevedo, Suzana-Herculano-Houzel e outros, *Equal numbers of neuronal and nonneuronal cells make the human brain an isometrically scaled-up primate brain*), são 14% menos.