



A CONSCIÊNCIA

Uma Viagem pelo Cérebro

Sobre o autor: Ronald Moura Fiuza é especialista em Neurologia e Neurocirurgia; ex-presidente da Sociedade Brasileira de Neurocirurgia; membro titular da Academia Catarinense de Medicina; ex-secretário de saúde do Estado de Santa Catarina; pós-graduação em Neurocirurgia na Universidade de Munique; mestrado em Neurociências em Barcelona.

fiuza@neurologica.com.br

A CONSCIÊNCIA

Uma Viagem pelo Cérebro

RONALD MOURA FIUZA

Dilivros



A CONSCIÊNCIA – Uma Viagem pelo Cérebro
Copyright © 2011 by Di Livros Editora Ltda.

ISBN 978-85-8053-015-5

Rua Dr. Satamini, 55 – Tijuca
Rio de Janeiro – RJ/Brasil
CEP 20270-232
Telefax: (21) 2254-0335
dilivros@dilivros.com.br
www.dilivros.com.br

Ilustrações: Juan Urresta

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, total ou parcialmente, por quaisquer meios, sem autorização, por escrito, da Editora.

Nota

A responsabilidade, perante terceiros e a Editora Di Livros, sobre o conteúdo total desta publicação, incluindo ilustrações, autorizações e créditos correspondentes, é inteira e exclusivamente do(s) autor(es) da mesma.

A Editora

Registro na Biblioteca Nacional nº: 495.881 - Livro: 937 - Folha: 499

Editoração: BAW Editoração Eletrônica Ltda.
Impresso no Brasil – Printed in Brazil



Para Maria Iris e Hélio.





SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	11
PREFÁCIO	13
PARTE I – PROCURANDO A CONSCIÊNCIA NA HISTÓRIA ..	17
Capítulo 1 – Da Filosofia à Ciência	19
Quem é você?	19
O conhecimento de si	21
O fascínio do desafio	25
Uma viagem por capítulo	28
Capítulo 2 – Do Fenômeno à Propriedade	31
A questão linguística	31
Os diversos níveis da consciência	36
Capítulo 3 – Das Cavernas à Universidade	41
Alma, espírito e a questão mente-corpo	41
O dualismo a partir de Descartes	44
Os funcionalistas e a inteligência artificial	50
A hora da neurociência	54
Física quântica e consciência	58
Capítulo 4 – Da Contemplação à Observação	61
Filosofando sobre a mente, hoje	61
A consciência de outra pessoa	66
Capítulo 5 – Das Trevas à Luz	75
O inconsciente em Freud	75
O inconsciente cognitivo	78

Capítulo 6 – Do Átomo à Vida.....	85
Seleção natural.....	85
Propriedades novas em sistemas complexos.....	87

PARTE II – PROCURANDO A CONSCIÊNCIA NO CÉREBRO.. 93

Capítulo 7 – Da Bactéria ao Homem	95
A “mente” unicelular	95
Surge o neurônio	98
A consciência como função adaptativa	100

Capítulo 8 – Do Ovo ao Bebê	109
Nascendo a consciência	109
O desenvolvimento de circuitos e mapas	111

Capítulo 9 – Do Coma aos Sentidos	119
Consciência como propriedade do sistema nervoso	119
Alteração no cérebro, alteração na consciência	125
Áreas pequeninas constituem a base principal	128
Quando a sensação se dissocia da consciência	130

Capítulo 10 – Da Vigília ao Pensamento	137
Vigília: fator determinante	137
Sensação, percepção, atenção: conceitos componentes	140
Memória, emoção, linguagem: enriquecendo a consciência	144
Sonhos, epilepsia, Alzheimer: a consciência dissociada	147
Fusão das imagens do objeto e do corpo	149

Capítulo 11 – Da Célula ao Fenômeno	153
O problema difícil	153
A visão como caminho da consciência	156
O problema da junção	159
As assembleias de neurônios	164
Conjuntos de curto prazo	169

Capítulo 12 – Da Sensação à Percepção	177
Os correlatos neurais.....	177
Aqui a consciência não está	182
Seguindo a trilha	184

Capítulo 13 – Da Linguagem ao Eu	189
A autoconsciência	189
Reconhecendo-se no espelho	194
O conhecimento fora do corpo	195

Capítulo 14 – Do Milagre à Emergência	197
Temos as peças do quebra-cabeça	197
1. A consciência é uma propriedade biológica emergente	198
2. A consciência tem função adaptativa	199
3. A consciência ocorre no sistema nervoso	200
Bibliografia	205
Glossário	219



AGRADECIMENTOS

Aquele ano foi marcante. Nós participávamos do politizado movimento estudantil, como boa parte dos acadêmicos dos anos sessenta. Tínhamos aula de neuroanatomia pela manhã e nos reuníamos à noite, para ler textos de filosofia e tramarmos contra o regime militar. Eram estudos apaixonantes, que nos marcaram ali e depois. Acabei tornando-me neurocirurgião e nunca mais deixei de flertar com a filosofia. Já as tramas políticas, essas foram ingênuas. Os militares ficaram ainda muito tempo no poder.

Muitos anos depois, ganhei de minha filha um presente de aniversário. Era um livro de divulgação científica que abordava a questão mente-cérebro de maneira peculiar. Transcorria então a chamada década do cérebro, quando todos passavam a se interessar pelo tema, dos filósofos aos neurocientistas. Emergiram, poderosas, as paixões de juventude.

Muito estudo e outros tantos anos depois surge este livro, repassando avanços da biologia da consciência e conceitos da filosofia da mente. Escrevi-o inicialmente para mim, necessitado que estava de uma sistematização da matéria. Resolvi depois publicá-lo, na esperança de reproduzir o mesmo fascínio que me ocorreu. Penso agora que poderá ser útil a estudantes de medicina, psicologia e filosofia, interessados em processos mentais e em fisiologia cerebral, sejam esses processos conscientes ou não.

Nestes anos de estudo contei com a paciência de meus familiares e o incentivo de meus alunos.

Anelise lia trechos do texto e volta e meia trazia seus comentários agudos. Viu, contrariada, muitas idas a cinema se transformarem em noites de leitura, mas foi paciente para comigo.

12 A CONSCIÊNCIA – UMA VIAGEM PELO CÉREBRO

Fátima e Cristina acompanharam cada passo deste trabalho, irmãs diligentes que são. Como psicólogas e grandes leitoras, deram muitas sugestões de estilo e de gramática.

Mariana e Thiago muito me estimularam, com seus olhos curiosos e a confiança que os filhos geralmente têm. Só agora verão o resultado.

Meu amigo e experiente jornalista Apolinário Ternes garantiu-me que o texto era acessível ao leigo interessado, mesmo com a quantidade de informação técnica que carrega.

Tive ainda a sorte de contar com a avaliação de três grandes brasileiros, cientistas e escritores: Sebastião Gusmão, professor titular de Neurocirurgia da UFMG, é escritor de textos científicos e históricos invejáveis; Sérgio Pena é renomado geneticista, também professor titular da UFMG e membro da Academia Nacional de Ciências, conhecido mundo afora e Pedro Sampaio é professor emérito de Neurocirurgia da UERJ, membro da Academia Nacional de Medicina e conhecidíssimo pela sua cultura. Eles leram meu trabalho, deram sugestões e me emprestaram o peso de suas opiniões e biografias.

Agradeço-lhes muito.

RONALD MOURA FIUZA

JOINVILLE, 2011

PREFÁCIO

“É preciso não esquecer que todos os nossos provisórios conhecimentos psicológicos deverão um dia basear-se em substratos orgânicos.”
S. Freud (Gesammelte Werke, X, p. 143)

As duas questões que mais intrigam a humanidade são: de que é constituída a matéria e como a matéria se tornou consciente de si mesma? A filosofia nasceu com os filósofos de Mileto, no século VII a.C., tentando responder à primeira questão. Nos últimos 25 séculos, a filosofia e a ciência tentam responder à segunda questão.

Todos os problemas fundamentais da civilização ocidental foram abordados pelo iluminismo grego do século V a.C. Naquela época, Hipócrates aventou a hipótese de que o cérebro é o local de elaboração da mente e evidenciou o problema mente-cérebro, que persegue a humanidade nos últimos 2.500 anos. Este problema pode ser colocado da seguinte forma: como o cérebro, uma realidade objetiva e material, se liga às experiências subjetivas da nossa vida mental? As duas respostas principais e opostas foram dadas ainda no século das luzes por Demócrito e Sócrates.

Para Leucipo e Demócrito, a natureza constitutiva de todas as coisas e responsável por todos os fenômenos (incluindo o próprio homem e seus pensamentos) são os átomos e seus movimentos e combinações, que ocorrem por acaso (encadeamento imprevisível de causas) ou necessidade (encadeamento previsível e determinado entre causas). Ou seja, a atividade mental é consequente a átomos em movimento (atividade cerebral). Ela é efeito e não causa. Esta é a concepção fisicalista (ou materialista). Sócrates, por outro lado, coloca a mente como causa primária, independentemente da matéria. A mente estaria para o corpo como o barqueiro está para o barco. Ela precede e determina a atividade cerebral. Esta é a visão mentalista. Tal concepção mentalista de Sócrates triunfou em grande parte sobre o atomismo fisicalista de Demócrito até os tempos modernos.

Entretanto, a revolução científica do século XVII deu novo ímpeto ao fisicalismo na abordagem do problema mente-cérebro. A tese da

14 A CONSCIÊNCIA – UMA VIAGEM PELO CÉREBRO

imaterialidade da alma desaparece progressivamente e reencontra-se o pensamento dos atomistas gregos na sua simplicidade original. Voltou-se ao pensamento de Demócrito em considerar o homem como parte integral da natureza, submetido às mesmas leis e processos físicos (donde o termo fisicalismo) que regem os fenômenos naturais.

Sobretudo nas últimas décadas, graças ao grande avanço das neurociências, este embate, antes quase que restrito somente a filósofos, passou a contar com argumentos experimentais. A neurociência moderna permite a abordagem dos fenômenos mentais por meio do estudo dos efeitos mentais de lesões cerebrais, da atividade do cérebro evidenciada por exames de imagem e da manipulação de estados mentais por estimulação e lesão de áreas cerebrais específicas.

A observação clínica evidencia que lesões cerebrais ou ações medicamentosas alteram os processos mentais. Os dados experimentais mostram que a atividade neural precede no tempo a decisão de agir e a ação motora. Estes dados suportam a visão fisicalista, segundo a qual nossas experiências mentais são consequentes à atividade dos neurônios no cérebro. Não é a vontade consciente que ativa o cérebro e produz a ação. É a atividade elétrica nos neurônios de áreas cerebrais específicas que ativa a área motora do cérebro, que, por sua vez, ativa os músculos. Tal atividade elétrica é acompanhada pela sensação subjetiva de que o pensamento determina a ação. Esta sensação é um subproduto da atividade elétrica e não a causa. A experiência subjetiva de poder de nossa vontade é apenas uma sensação ilusória, da mesma forma que a convicção de que somos criaturas governadas por uma alma. A moderna ciência atualizou a noção de “átomo psíquico” proposta por Demócrito. As funções cerebrais (inclusive a consciência) são interpretadas como movimentos de átomos (sódio, potássio e cálcio) através da membrana celular, gerando potenciais elétricos que trafegam por circuitos neuronais. As várias funções cerebrais são propriedades emergentes (propriedade nova e imprevisível, que surge da interação de elementos em sistemas complexos) desta atividade física.

A ciência, desde os filósofos naturalistas pré-socráticos até nossos dias, transforma mistérios em explicações naturais e destrói progressivamente a nossa convicção de seres especiais na natureza. Copérnico retirou-nos do centro do universo e Darwin destruiu a nossa convicção de criatura especial, diferente do restante do reino animal. Mas, já no século V a.C., Demócrito tinha dado o golpe maior: negou-nos o livre-arbítrio (poder de o indivíduo escolher suas ações). Nossa ativi-

dade mental e ações são determinadas por átomos em movimento (ou, em linguagem atual, atividade neural) que ocorre ao acaso ou por necessidade, independentemente de deliberação consciente.

Os dados experimentais indicam que a cada experiência mental corresponde uma configuração particular do cérebro. Mas, apesar de todos os avanços, existe uma grande lacuna sem explicação entre a atividade funcional do cérebro, de um lado, e os eventos mentais, de outro. Esta lacuna é o campo de ação dos neurocientistas e de modernas teorias sobre a mente.

Na consciência está o mistério da existência, anterior ao mito e à ciência, como descobre o narrador-personagem de *A Relíquia*, de Eça de Queiroz, quando escuta sua voz interior (sua consciência): "... Sou anterior aos deuses transitórios: eles dentro em mim nascem; dentro em mim duram; dentro em mim se transformam; dentro em mim se dissolvem; e eternamente permaneço em torno deles e superior a eles, concebendo-os e desfazendo-os, no perpétuo esforço de realizar fora de mim o Deus absoluto que em mim sinto. Chamo-me a Consciência; sou neste instante a tua própria consciência".

O desafio assumido pelo Dr. Fiuza na presente obra foi colocar de forma simples e compreensível a trajetória da humanidade na tentativa de compreender como a matéria tornou-se consciente de si mesma, ou seja, a relação mente-corpo ou, de forma mais precisa, a relação mente-cérebro. Colocar no papel de forma clara, simples e concisa um assunto complexo é tarefa imensa e para a qual poucos têm competência. Em minha opinião, o autor venceu este desafio e atendeu ao conselho de Schopenhauer aos filósofos: "digam coisas complexas com palavras simples".

O texto realmente é profundo, abrangente, mas simples, de leitura agradável, bem concatenado. Os conceitos básicos de neurociência estão colocados de forma precisa e simples. Permitirá ao leitor sem maiores conhecimentos em neurociência compreender assunto tão complexo. E será de leitura útil para os iniciados.

Em *A CONSCIÊNCIA – UMA VIAGEM PELO CÉREBRO*, o autor segue a trilha percorrida pela filosofia e pela ciência desde os pré-socráticos até nossos dias com o objetivo de compreender como a matéria (o cérebro humano, a matéria mais elaborada e organizada do universo) toma consciência de si mesma. A abordagem histórica é uma das formas privilegiadas de aprendizado, pois, como afirma Aristóteles, entende-se melhor as coisas e os conceitos quando se tem visão

16 A CONSCIÊNCIA – UMA VIAGEM PELO CÉREBRO

clara de como se formaram. Nesta caminhada de 25 séculos da filosofia e da ciência, o texto nos descortina a abordagem cada vez mais racional e objetiva do problema mente-cérebro. Esta forma gradual, evolutiva e histórica é a mais adequada para a nossa ferramenta cerebral adquirir conhecimento.

Em um texto, tão importante quanto o conteúdo é a forma. A forma como o Dr. Fiuza aborda o complexo problema da consciência é que faz a grandeza da presente obra. A simplicidade da linguagem, a precisão dos conceitos e a abordagem histórica bem sistematizada tornam o complexo fenômeno da consciência de fácil compreensão. O Dr. Fiuza, neurocirurgião que passou toda uma vida manipulando o cérebro com as mãos, realiza belo trabalho intelectual para tentar compreender como este órgão nos torna conscientes e capazes de desafiar a própria compreensão do fenômeno da consciência e de todo o universo.

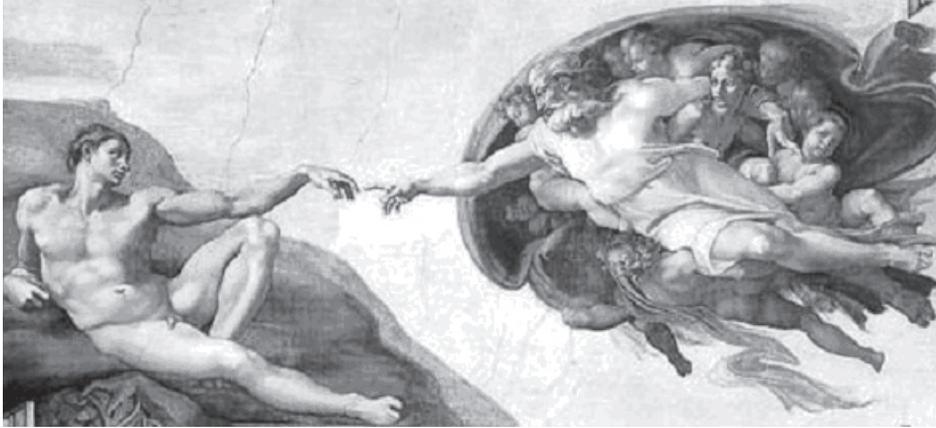
SEBASTIÃO GUSMÃO
Professor Titular de Neurocirurgia da
Faculdade de Medicina – UFMG

PARTE I

PROCURANDO A CONSCIÊNCIA NA HISTÓRIA



Figura 1. Criação de Adão - Michelangelo (1511)



CAPÍTULO 1

DA FILOSOFIA À CIÊNCIA

“Conhece-te a ti mesmo.”
(Sócrates, filósofo grego)

“Eu quase que nada sei. Mas desconfio de muita coisa.”
(João Guimarães Rosa, escritor brasileiro)

Quem é você?

Alguma vez você já ficou estático diante do espelho, perplexo diante da sua imagem?

Já perguntou quem é você, lá bem no fundo? Já questionou qual seria a sua verdadeira essência ou o que afinal lhe caracterizaria como ser vivo e como humano?

Você é seu corpo? É seu espírito? Você é sua alma? Sua mente? No final das contas, o que representam todos estes termos e como se relacionam?

Nós, homens, somos bons em decifrar charadas, mas em algumas delas nós emperramos mesmo. Tentamos, imaginamos soluções, mas a coisa não deslancha. Isso nos gera desconforto, pois somos angustiados. Pior que isso, somos imodestos. Se não conseguimos mesmo a resposta, inventamos algo, nem que seja a partir de uma intuição qualquer. Precisamos de alguma coisa que traga sentido ao nosso mundo, que preencha as lacunas. Buscamos de qualquer jeito alguma sensação de controle.

É aí que aparecem as explicações mágicas. Surgem os deuses e os heróis, os demônios e os fantasmas. Uma boa versão deles pode dar certo, dominar nossa angústia. Pode até encantar. Se convincente, pode sobreviver longo tempo. Entretanto, mais cedo ou mais tarde, será balançada por algum esforço da razão.

Assim, o misticismo da antiguidade reinou até surgirem os pensadores da Grécia Antiga. As chamadas trevas da Idade Média persistiram por mil anos e só acabaram na fertilidade do Renascimento. As

20 A CONSCIÊNCIA – UMA VIAGEM PELO CÉREBRO

restrições da Inquisição não se dissolveram até que se despertasse a criatividade no Iluminismo.

O século XIX foi uma destas épocas brilhantes, em que parecia que tudo seria devidamente explicado e entendido. A humanidade estava entusiasmada com as possibilidades da ciência. Não era por menos, pois a física, a química e a biologia resolviam um problema atrás do outro. Qualquer resposta seria questão de tempo.

No entanto, não foi isso que aconteceu. Algumas incógnitas teimaram em ficar fora do alcance, mantendo o *status* de grandes mistérios. Um grupo delas foi mesmo considerado definitivamente indecifrável, quer dizer, para todo o sempre e não apenas para o conhecimento da época. Diziam respeito à nossa essência, sendo, talvez por isso mesmo, as que mais angustiavam.

A maior de todas as incógnitas era mesmo a origem de tudo, da matéria, do Universo. A pergunta era simplesmente como surgiu algo, a partir do nada?

Um segundo mistério questionava a origem da vida, que incompreensivelmente emergiu de substâncias não vivas.

Um terceiro perguntava como um corpo físico pode tornar-se consciente de si mesmo.

Poucos se aventuravam por terrenos tão nebulosos. As concepções existentes eram (e, em parte, ainda o são) orientadas pelo pensamento místico ou religioso. As especulações filosóficas eram tímidas e a ciência então, esta passava longe.

O século XX trouxe a ousadia. Ainda que até hoje continuemos sem as respostas que almejávamos, já temos algumas boas pistas.

A Cosmologia evoluiu muito, chegando à hipótese do Big Bang. A Teoria da Evolução indicou aos biólogos um caminho para decifrar a origem da vida. As conquistas da Neurociência animaram os pesquisadores para a investigação da consciência.

Os modelos antigos até que foram concebidos por mentes criativas, mas eram definitivamente insuficientes. Os atuais têm se mostrado superiores, pois apoiam-se não apenas em lampejos de raciocínio, mas também em cuidadosas observações da natureza. São modelos que ultrapassam o racionalismo. Exigem mais, querem ser testados, ser verificados. Pedem até para ser falsificados. Assim, os nossos gran-

des mistérios viraram simplesmente questões. São agora questões científicas.

O conhecimento de si

Sócrates foi um gigante da filosofia, um dos maiores pensadores da humanidade. Na Grécia Antiga era mesmo considerado o maior de todos os sábios. Sua influência foi tanta que a filosofia se dividiu em dois universos: antes e depois de Sócrates. A força de suas ideias permanece indiscutível, até hoje.

O legado de Sócrates foi decisivo, mesmo não tendo ele escrito uma única linha. Transmitia seus ensinamentos conversando com seus discípulos, caminhando pelas ruas de Atenas. Considerou o diálogo como a grande fórmula para a procura da verdade e se destacou especialmente pela maneira perspicaz de formular perguntas. Conhecemos seus conceitos pelo que escreveram os discípulos, notadamente Platão.

Sócrates sabia como chamar a atenção para suas ideias. Seu enunciado de maior impacto parecia uma confissão de ignorância: “Só sei que nada sei”. Esta frase célebre causava perplexidade, especialmente nas ruas daquela cidade que endeusava o conhecimento. Entretanto, o grande sábio não era um descrente e a frase nada tinha a ver com ceticismo. Trazia, ao contrário, a noção de que a procura da verdade deveria passar por humilde reconhecimento da própria limitação e que isto implica trabalho árduo. Sócrates destruía as certezas dos atenienses com seu questionamento embaraçoso, levando-os a rever suas ideias. Demonstrava que mesmo conceitos cristalizados costumavam ser inconsistentes.

Atribuiu ao conhecimento o *status* de único bem, considerando que “uma vida não susceptível de exame não vale a pena ser vivida”.

Ele deixou concepções originais sobre virtude, ética, amor e conhecimento, além de método imbatível para investigar a verdade. A despeito destas contribuições notáveis, ele é mais lembrado por algumas curtas mensagens, como aquela que mudou a maneira como os homens buscavam o conhecimento. “Conhece-te a ti mesmo” foi sua segunda frase lapidar. Talvez tenha sido a de maior impacto para a época, pois inverteu o alvo das indagações visado até então. Estes dizeres estavam gravados em um oráculo na cidade de Delfos e Sócrates os adotou, dissecando todas suas possibilidades. Considerou que não nos aproximáramos da verdade olhando apenas para os céus e a terra, mas que deveríamos nos dirigir para dentro de nós, onde

22 A CONSCIÊNCIA – UMA VIAGEM PELO CÉREBRO

encontraríamos os principais segredos do conhecimento e da moral. Nascia então o método introspectivo e, com ele, a filosofia.

Hoje, quando estudamos a consciência humana, lembramo-nos da trajetória de Sócrates. O próprio objeto do estudo nos envia ao autoconhecimento, base da filosofia socrática e platônica. Evoca a angústia da pergunta que cada um já se fez um dia, na frente do espelho: “Quem sou eu”? É aí que tendemos a acreditar que, de fato, nada sabemos. Podemos então, e só então, começar efetivamente a conhecer algo.

Por estes mais de dois milênios os filósofos têm feito ensaios na tentativa de decifrar a consciência. Usam quase sempre variações do método dialético originalmente proposto por Platão, enfatizando as hipóteses forjadas a partir da introspecção, da avaliação interna, da dedução. Cada um formula suas perguntas, propõe sua hipótese e seu modelo, resultando em oscilações intelectuais, em antíteses e sínteses. Com tantos conflitos de ideias, a história acaba muitas vezes em ceticismo. Surgem dúvidas sobre tudo e até sobre a viabilidade do próprio conhecimento. É uma espécie de radicalização do “sei que nada sei”. Desde os gregos, o discurso cético eventualmente retorna, especialmente quando os homens mostram mais divergência ou confusão.

Seguimos Sócrates por todo este tempo, de um jeito ou de outro. Mesmo nos dois últimos séculos os psicólogos utilizaram a introspecção como instrumento para avaliar o funcionamento da mente humana. Afinal, o método introspectivo é muitas vezes convincente, pois corresponde a um tipo de percepção ampliada, uma visão de nível mais elevado. Permite quase sempre entendimentos adicionais. Entretanto, esta estratégia esbarra em um problema lógico: as limitações de qualquer estudo sobre si mesmo.

Só recentemente mudou-se o plano da busca, a começar pelo próprio ponto de partida. As novas pesquisas procuraram observar os estados mentais a partir de outra perspectiva. O interesse não se restringiu mais à contemplação da própria consciência, mas à observação da consciência “dos outros”. Foi o mote da medicina e da biologia, que começaram a sondar o funcionamento mental a partir do exame do corpo humano, especialmente do cérebro. Estes cientistas não se dedicariam tanto ao estudo da mente em si, mas à procura de métodos capazes de captar informações no sistema nervoso, tido como o grande responsável pelos estados mentais. E não foi o próprio cérebro (o do pesquisador) que eles visaram em suas pesquisas, mas o

sistema nervoso de seus pacientes ou de voluntários. Posteriormente se interessariam também por cérebros de animais e até “de máquinas”. Isso definiu outro ponto de vista. Agora se tratava definitivamente de uma visão de “terceira pessoa”.

É, assim, o método indutivo, caracterizado por observações rigorosas e pela decomposição e recomposição destas observações. Traduz a tentativa de se examinar de fora o funcionamento de algo, destrinchar suas partes e reagrupá-las, especulando os mecanismos responsáveis por seu funcionamento.

A conquista da confiança neste método de observação empírica trouxe a reabilitação dos “pré-socráticos”, pensadores acusados pelos platônicos de acreditar mais na opinião que no conhecimento válido. A verdade, segundo Platão, não estaria nas precárias observações feitas pelos sentidos humanos, mas nas suas ideias. Antes disso, os tão criticados pré-socráticos viviam observando os céus à procura de padrões, formulando hipóteses sobre a constituição do mundo. Hoje em dia este método voltou a prevalecer, foi reabilitado. Por isso, muitos consideram Tales de Mileto (624-556 a.C.) como o verdadeiro fundador da ciência. Em época em que o misticismo imperava, Tales defendeu que o mundo evoluía por processos naturais. Embora sua tese mais conhecida (a que considerava a água como princípio de tudo) estivesse errada, seus princípios metodológicos eram corretos e deram impulso ao desenvolvimento da filosofia e da ciência, voltadas a partir de então para a busca de causas e efeitos. O método científico só se definiria muito tempo depois, já no século XVII. Entretanto, desde a civilização grega, a humanidade passou a procurar suas respostas com alguma metodologia.

Tales, Sócrates, Platão e Aristóteles fizeram parte de um grupo notável de pensadores que desenvolveram um modo diferente de ver as coisas e acabaram moldando a cultura ocidental. Deixaram o exemplo daqueles que não se intimidam diante das questões difíceis.

Este livro é a história de uma destas questões. Trata-se daquela que desafiou os gregos e a maioria dos filósofos e cientistas desde então e continua sendo um dos assuntos mais complexos da humanidade. Com todo seu mistério e fascínio, o nosso tema é a consciência.

Sabemos o que é a consciência, convivemos com ela o dia inteiro, mas os desafios para compreendê-la são enormes, a começar pelo próprio significado do termo. É esta coisa estranha que parece nos envolver, que nasce ao acordarmos, desaparece ao dormirmos e surge novamente majestosa na manhã seguinte, como se nunca tivesse esvaí-

24 A CONSCIÊNCIA – UMA VIAGEM PELO CÉREBRO

do. A consciência permite um amplo contato com o meio, iluminando o ambiente em que estamos submersos, trazendo noções, definindo o momento e o local. Reflete também a parte mais pessoal de cada um, aquela que carrega a identificação de si próprio, de sua essência. É a sensibilidade dos próprios prazeres, dores, alegrias e tristezas. É a ciência de estar vivo e de não ser fulano, nem beltrano, mas de ser “eu” mesmo, com nome e história. É inclusive a certeza de poder pensar e falar sobre si, de perceber que se está consciente.

A consciência nos forja como pessoas. Toda noção mais consistente que temos do mundo e de nós mesmos nos foi trazida pela vida consciente. Foi assim que conhecemos lugares, pessoas e situações, que aprendemos a língua, os costumes e as regras. Nossas ações conscientes nos trouxeram comida, proteção, parceiros, filhos, amigos, inimigos. Escreveram nossa biografia. Vivemos cada minuto acompanhados de nossas emoções conscientes, carregados de coragem ou medo, de orgulho ou vergonha, de amor ou desamor. Construímos, enfim, uma memória de tudo isto. No fim de tudo, somos nossas consciências.

Quando surgiu esta coisa, a consciência, aqui na Terra? Como surgiu em mim e em você? Como funciona?

A investigação de questões tão complicadas nos remete a outros problemas, tão complexos como o original. Não há como abordar a consciência sem explorar suas conexões com a evolução das espécies e, mais ainda, com as origens da vida, da Terra e do próprio Universo. É preciso recordar princípios de física, química, fisiologia humana e anatomia comparada. Para complicar, deve-se ainda criticar o próprio método, verificando suas possibilidades e limitações.

É uma procura com riscos. Ao repensarmos algumas de nossas convicções antigas, aventuramo-nos a abalar alicerces, a sair da zona de conforto. A descoberta de novos conceitos sempre se traduz em crescimento pessoal, mas traz o preço da violação da inocência.

Muitos filósofos de hoje veem a consciência como o último grande mistério da humanidade e alguns continuam considerando-o inexpugnável. Nós vamos nos alinhar com o outro grupo, aquele que procura indícios de como surgiu este tipo de milagre. Vamos tentar explorá-la com delicadeza, aproveitando a trilha aberta até aqui. Vamos espíá-la por dentro e tentar achar um jeito de observá-la por fora. Talvez seja até possível fazer uma espécie de ponte, acoplando o rigoroso método científico às tantas introspecções feitas pelos filósofos pelos séculos afora.

O fascínio do desafio

A dedicação a um tema como a consciência pode levar a descobertas fascinantes, mas vimos que tem seu preço e precisamos decidir se queremos ou devemos pagá-lo.

Platão nos dizia que “quem ama verdadeiramente o conhecimento deve aspirar a toda a verdade, com todas as forças”. De onde surgiu este vínculo tão forte com a sabedoria? Vislumbrara Platão alguma verdade universal ou tratava-se simplesmente de influência da cultura da época? Por que alguns povos amam tanto o conhecimento e o buscam com tanta avidez?

Ao nos envolvermos com grandes desafios, temos a expectativa de gratificações. No final das contas, o que nos mobiliza é o prazer. Se não for o prazer, é a dor.

Mas quais são as fontes reais de prazer? A sabedoria estaria entre elas? Quais são as coisas boas da vida?

As respostas dependem da natureza do indivíduo, mas algumas delas se destacam. Para muitos homens de hoje, por exemplo, um grande desejo é ser forte e musculoso, o mais respeitado do grupo. Mike Tyson, com sua força, conseguiu dinheiro, poder e diversão. No reino animal, aliás, a força é essencial. Para o leão e quase todos os carnívoros, o melhor da vida deve mesmo ser o mais forte. Assim, ele garante dominância no grupo, melhores leões e alimento diário. E, acima de tudo, ele exerce a aptidão maior de sua espécie: ser forte.

Para um leopardo, o melhor deve ser a velocidade, tornar-se o mais rápido. Sendo mais ágil, ele alcança mais presas, respeito dos pares e a alegria do exercício pleno de sua vocação felina. O campeão olímpico Usain Bolt e muitos homens gostam certamente de ser rápidos e espertos. Se não é para chegar à frente, pelo menos é para não ficar para trás.

Talvez um pavão preferisse antes de tudo ter uma bela cauda. Com a cauda bem aberta, ele impressiona as fêmeas, é mais pavão. Este também é o desejo de tantas mulheres, o de serem as mais bonitas. Alguns homens também.

Se perguntássemos a um bonobo sobre a melhor coisa da vida, ele não pestanejaria: é sexo! Estes chimpanzés pigmeus passam o dia todo copulando ou em brincadeiras sexuais de todo o tipo. Penso que poucas pessoas discordariam do gosto destes símios.

Entretanto, nos dias de hoje, há um enorme batalhão que garante que bom mesmo é ter dinheiro ou poder, pois, com qualquer um destes, pode-se conquistar o resto.

Mas há também os que valorizam as coisas simples, o aqui e agora. Procuram ficar atentos ao que veem no momento e ficam felizes com um copo de água bem gelada, um travesseiro macio ou uma toalete desocupada.

Vamos repetir a pergunta: qual é a melhor coisa da vida, para você?

Pedimos permissão para lançar aqui candidatos pouco convencionais. Queremos especular que entre as melhores coisas da vida possam figurar coisas diferentes, como um ensaio intelectual, uma tentativa de entender as coisas ou o ato de criar.

Antes que se diga que esta tese é de gente malsucedida, declaramos nossa admiração pelas opções dos bonobos e dos outros animais. É mesmo muito prazeroso ser forte, esperto, bonito, rico e competente com o sexo oposto.

Acontece que o que diferencia o ser humano dos outros animais não é nenhum desses atributos, os quais são muito bem distribuídos pela natureza. O que distingue a humanidade dos outros animais é a inteligência, o pensamento, o exercício pleno da consciência.

Mas isto dá prazer? Será que o ato de pensar pode ser chamado de “melhor coisa da vida”?

Bom, pode dar muito prazer também. Todos já ouviram falar da alegria enorme que sente o cientista ao ter o *insight* da grande descoberta, como Arquimedes na banheira. Todos conhecem histórias de artistas que se extasiaram com o momento em que surgiu a palavra certa para aquele poema, a nota adequada para completar aquela música, a inspiração da pintura. Não são prazeres virtuais. São físicos!

À procura destes momentos, cientistas e artistas ficam semanas ou meses isolados em seus estúdios ou laboratórios. Estes seres estranhos passam fome, frio e abstinências de toda espécie, alimentados só pela atividade mental frenética, inebriados pela ação criativa ou pela sua simples possibilidade.

A dopamina é a substância cerebral do prazer. Ela faz parte do sistema que recompensa o animal pela execução ou conclusão de um trabalho benéfico, para si ou para a espécie. Geralmente é alguma tarefa adaptativa. Assim, todos têm prazer ao se alimentar ou praticar o

sexo. Da mesma forma, as pessoas têm prazer em exercer o pensamento livre, principalmente quando o seu fluxo é tão perfeito que signifique criatividade.

A aptidão física traz enorme prazer a todos nós, animais. A aptidão mental traz enorme prazer a todos nós, seres humanos.

É por isto que vivemos fazendo perguntas e procurando respostas.

As pessoas são muito curiosas e a maioria dos animais também é. Precisam ser. Devem conhecer o meio ambiente e procuram fazê-lo desde muito cedo. Aprendem onde há alimento e onde há perigo. Esmeram-se em reconhecer suas presas e seus predadores, assim como seus pares. São atentos, olham para os lados, correm, cheiram, experimentam. Quanto mais coisas passam a conhecer, mais espertos ficam. Ratos criados em ambientes ricos de estímulos criam mais conexões cerebrais e se dão melhor em testes de labirintos.

Os bebês também são curiosos desde o nascimento. Se lhes agitarmos um chocalho, mostram-se interessados. Cada estímulo novo lhes atrai a atenção. Crescem com o contínuo desejo de saber das coisas, movidos pelo impulso da novidade. Municiados pelas descobertas, desenvolvem cada vez mais habilidades. Quando crescem, passam a gostar de viajar, de conhecer lugares e costumes. Querem saber das notícias, das pessoas, adoram fofocar. Interessam-se sobre o funcionamento de tudo e aprendem a fazer perguntas, cada vez mais complexas.

A nossa espécie é consciente, pensa, planeja, pergunta, responde, descobre e inventa. É inteligente, sabe falar, escrever e calcular. Como seres evoluídos, os humanos sentem prazer quando exercem plenamente as funções que os diferenciam na natureza.

A curiosidade nos leva às perguntas e a dopamina nos faz procurar as respostas. Sempre foi assim. Antes mesmo de aprender a falar, nossos ancestrais descobriram que algumas pedras, com determinado formato, ajudavam a destrinchar as presas e traziam vantagens contra os inimigos. Assim inventamos o machado, a primeira ferramenta. A seguir observamos o fogo, fizemos experimentos, aprendemos a dominá-lo. Quando aprendemos a falar, tudo ficou mais fácil. Começamos a utilizar a mais importante ferramenta inventada pelo homem: a palavra.

Como usar melhor o machado? Talvez como uma lança. E o fogo? Talvez cozinhando os alimentos. Como diminuir a correria e o perigo

desta vida de caçar e colher? Talvez plantando e domesticando animais. Como evitar que nossas histórias se percam? Talvez escrevendo. E assim continuamos a perguntar e, a partir de então, a escrever nossa história.

Chegou um ponto em que não bastou descrever as coisas e inventar utilidades práticas. Queríamos saber como estas coisas de fato funcionavam. Queríamos descobrir causas e prever consequências. O Sol gira em torno da Terra ou é o contrário? Por que a maçã cai da árvore?

Verificamos que o simples viver não demanda explicações, mas que as explicações mudam o nosso viver e têm, portanto, uma função. Passamos a nos empenhar para saber cada vez mais, até mesmo definir limites para nossas próprias ações. O que posso fazer? O que devo fazer?

Assim prosseguimos até chegar a um grupo de questões que realmente eram muito complicadas. Como tudo começou? Quem sou eu? De onde vim? Qual o sentido da vida? Afinal, o que posso saber?

Esta é uma história sobre perguntas e respostas. Para ser mais preciso, é sobre perguntas difíceis e tentativas que fazemos para respondê-las. Vamos perguntar o “quem sou eu?” e verificar a possibilidade de encontrar esta resposta no estudo da consciência. A ciência de hoje aposta que chegaremos às respostas decisivas e que estas nos iluminarão.

Uma viagem por capítulo

Percorreremos na primeira parte deste livro alguns conceitos fundamentais sobre consciência e mente. Examinaremos a história das ideias que os homens tiveram a respeito e as observações que fizeram à procura da origem do fenômeno consciente. Os filósofos e psicólogos serão nossos principais companheiros deste trecho, com uma participação final dos biólogos.

Este primeiro capítulo já nos indicou o porquê do entusiasmo das pessoas em conhecer-se, especialmente após a chamada de Sócrates. O segundo capítulo é conceitual, buscando definir o que é e o que não é consciência. Há graduações no estado da consciência e aqui será proposta uma classificação de seus níveis.

No capítulo três relata-se a história das concepções dos homens a respeito da consciência, começando pela mitologia e seguindo passos

da religião, filosofia, psicologia e das ciências naturais. No capítulo seguinte prosseguiremos um pouco mais no mesmo assunto, enfatizando os métodos de que dispomos para estudar a matéria.

O capítulo cinco mostra que muito da nossa vida ocorre sem a intervenção da consciência. Indica a importância dos processos inconscientes e sua influência nas emoções, cognições e comportamento.

No capítulo seis busca-se o conceito de propriedade emergente na história do Universo e interroga-se se a consciência não seria uma dessas propriedades. Especula-se também se alguns atributos de macromoléculas poderiam ter sido precursores de propriedades semelhantes à consciência. No capítulo seguinte tenta-se identificar tais propriedades na evolução das espécies e aproveita-se para repassar algumas noções de anatomia e fisiologia do sistema nervoso.

Na segunda parte é que surge a neurobiologia. Vamos procurar pistas na intimidade do cérebro. Seremos então guiados pelos cientistas do sistema nervoso.

No oitavo capítulo verifica-se quando e como surge a experiência consciente em uma criança pequenina. Ao se avaliar o desenvolvimento do sistema nervoso, procuramos entender como circuitos podem se tornar complexos a ponto de processar sensações, memórias e consciência.

No nono capítulo tenta-se localizar a consciência no cérebro, verificando-se empiricamente como lesões cerebrais causam alterações no estado da consciência.

A dependência que a consciência tem de outras funções biológicas e cognitivas fica evidente no capítulo dez, ao se avaliar suas relações com estados como vigília, atenção, percepção, memória, emoção e outros.

O capítulo 11 toca no âmago da questão. Avalia como explicar o surgimento de uma experiência interior a partir de atividades de neurônios e como este fenômeno pode se manifestar de maneira unificada.

No capítulo 12 se segue o caminho dos neurônios ativos até que o animal ou o voluntário distinga um objeto de maneira consciente. Tenta-se descobrir o correlato neuronal da consciência.

No penúltimo capítulo avalia-se como o fenômeno consciente é mais complexo nos homens e como isso os diferencia dos outros animais.

O último capítulo recapitula os principais conceitos tratados e conclui. Se for lido antes, dará noção do percurso a percorrer.

A observação dos autores citados neste livro, bem como de suas procedências e profissões, pode trazer uma ideia de como o tema da consciência tem mobilizado algumas das melhores mentes nas mais diversas áreas de atuação, durante mais de dois milênios de civilização.

A bibliografia é vasta, mas podemos destacar alguns trabalhos, muito importantes para os que desejem se iniciar ou aprofundar no assunto.

Há excelentes livros genéricos sobre a consciência escritos por cientistas (Edelman, 1992; Crick, 1990; Koch, 2004; Damásio, 2000; Changeux J., 1991; Humphrey, 1994; Blackmore, 2005). Alguns deles defenderam posições que geraram muita controvérsia (Penrose, 1989; Eccles, 1994).

Outros bons textos foram feitos por filósofos (Searle, 1997; Churchland, 1998; Dennett, 1995; Chalmers, 1996; Bennett & Hacker, 2003), inclusive brasileiros (Teixeira, 2000; Tripiccio & Tripiccio, 2004).

Existem alguns livros que mostram discussões entre diferentes autores, com pontos de vista muitas vezes antagônicos. São, por isto, muito ilustrativos (Popper & Eccles, 1991; Changeux & Ricoeur, 1998; Searle, O mistério da consciência, 1998).

Recomendamos também algumas grandes coletâneas, contendo muitos dos trabalhos mais significativos contemporâneos (Baars, Banks, & Newman, *Essential sources in the scientific study of consciousness*, 2003; Hameroff, Kaszniak, & Scott, 1998; Chalmers, 2002; Velmans & Schneider, 2009).

Tentamos aqui restringir os termos técnicos, mas eles são inevitáveis na biologia da consciência e na filosofia da mente. O glossário inserido no final do livro pode ajudar.

No fim das contas, este trabalho é o relato de um médico, repassando algumas das ideias mais significativas já escritas sobre a consciência e algumas das investigações que estão ocorrendo atualmente. O escritor foi, antes de tudo, um leitor voraz que, no entusiasmo sentido pelo contato com o conhecimento atual sobre o assunto, sentiu necessidade de compartilhá-lo. Se este trabalho despertar em algumas pessoas um fascínio semelhante, terá valido a pena.

CAPÍTULO 2

DO FENÔMENO À PROPRIEDADE

“A experiência do mundo é construída pela atividade mental.”
(Immanuel Kant, filósofo alemão)

“A alma é essa coisa que nos pergunta se a alma existe.”
(Mário Quintana, poeta brasileiro)

A questão linguística

Santo Agostinho (354-430) certa vez se referiu ao conceito de tempo como algo que qualquer um conhece, até que lhe seja pedida uma definição.

A consciência é uma palavra deste tipo, óbvia por um lado, confusa por outro. Então, se já temos uma noção intuitiva do assunto, será justificado muito esforço pela conceituação?

É necessário sim, mesmo sendo esta uma tarefa árdua. Muitos autores não especificam o significado da palavra, e isto se revela um pecado enorme. É comum que ocorram infundáveis discussões entre filósofos da mente ou entre biólogos da consciência, justamente pela indefinição do objeto da contenda. É como se um agricultor fosse contestado por um alfaiate sobre o significado da palavra “manga”.

Podemos, por exemplo, entender a consciência como uma sensação difusa experimentada ao nos acordarmos, o oposto da inconsciência. Por outro lado, podemos considerá-la apenas como a consciência de alguma coisa específica, daquele objeto a que estamos nos dirigindo no momento, como este livro agora. É outra história. Há ainda mais possibilidades, como no caso da autoconsciência, e ainda da consciência moral.

Podemos reconhecer nestes exemplos conotações bem diferentes. Cada uma delas exige abordagem semântica específica, já que pode traduzir vínculos funcionais e correlações estruturais bem peculiares.

O que é, afinal, a consciência? Vamos começar por observá-la um pouquinho (a nossa própria) e tentar descrevê-la em alguns de seus aspectos.

Antes de tudo, a consciência é esta experiência geral que temos do mundo. É o que já nos invade a cada despertar e repete-se a cada dia, ao longo de toda a vida. É este espetáculo à nossa volta, esta mistura de sensações qualitativas, de luzes, sons, cheiros, gostos e texturas. Compõe-se ainda dos pensamentos do momento, das memórias, das emoções. A consciência reina em nossa atividade mental, onipresente, continuamente. Ela também nos traz uma noção básica de nós mesmos e ajuda a nos diferenciar do restante das coisas, conferindo-nos a noção de indivíduo. Tudo isso vem junto, unificado, claro, produzindo uma sensação íntima, familiar, absolutamente pessoal.

Este retrato já é uma definição preliminar da consciência, pois serve para situar o alvo da investigação. Apresenta-a como um estado subjetivo, qualitativo e que está presente entre os seres humanos.

Muito bem, de posse da descrição desta sensação, como podemos prosseguir? Como podemos apontar a essência da tal consciência? Do que ela é constituída, qual a sua função? Qual é, em outras palavras, o seu papel na natureza? Ela é uma coisa, uma substância? É vinculada a um corpo? Se o for, qual o seu estado: sólido, líquido ou gasoso? Se a pergunta soa estranha, seria então algo não físico, não material, que poderia existir fora do corpo? Mas, se assim fosse, como se comunicaria com este corpo? Seria ainda outra coisa, como alguma espécie de ilusão? Ou algo quase abstrato, como um processo, ou como um *software*? Se nada disso satisfaz, que tal então caracterizá-la como uma propriedade do nosso corpo, da mesma forma que a força da gravidade é uma propriedade da Terra, ou da Lua?

Essas perguntas não são nada fáceis. Por enquanto vamos ter que adiar as respostas, mesmo porque o que precisamos agora é só situar um pouco mais o problema. Poderemos então continuar o questionamento, lembrando o estilo de Sócrates.

Já correlacionamos o conteúdo da consciência com o surgimento das diversas sensações do momento, produzindo uma impressão unificada e pessoal. Se a sensação é pessoal, quem está habilitado a desfrutá-la? Qual é a pessoa, animal ou estrutura que tem a capacidade de ser consciente?

Vamos começar pela parte mais fácil da pergunta. Eu, que estou escrevendo, digo que tenho esta capacidade. Afirmo com todas as letras: Eu sou consciente! Disso, aliás, não tenho dúvidas. Do resto eu até posso ter, mas não disso. Sigo as pegadas de Descartes, que duvi-

dou de quase tudo, mas não de seu estado de ser consciente, quando afirmou “penso, logo existo” (Descartes, 1641). Posso não saber se algum animal não humano poderia ser consciente. Posso até não ter certeza se outros humanos são conscientes. Mas tenho certeza de que eu sou.

Esta certeza já é um primeiro passo. Ele nos remete à palavra “fenômeno”, que nada mais é do que uma realidade apreendida pelos sentidos. É algo tal como se mostra a um observador, claramente.

Então: A consciência é um fenômeno!

A minha certeza de ser consciente significa a minha apreensão desse fenômeno. Na consciência (neste fenômeno) estão representados tanto o ambiente que nos rodeia como as sensações de nosso corpo (já voltei para a primeira pessoa do plural, pois acredito sinceramente que você também seja consciente). É em seu âmbito que estas representações se associam a lembranças, sentimentos e pensamentos. Ela é, portanto, um fenômeno subjetivo, pessoal e com conteúdo bem definido.

Dado o primeiro passo, podemos prosseguir. Acreditamos que a consciência seja “pelo menos” um fenômeno, mas imaginamos que não seja “apenas” isto. A palavra fenômeno restringe o conceito a uma sensação pessoal, de primeira pessoa. Durante séculos, a experiência consciente foi assim entendida, por isso foi estudada só subjetivamente, por introspecção. Hoje parece inadequado ou, pelo menos, insuficiente. Como acreditamos que outros seres são também conscientes, devemos avaliar a consciência em geral e não apenas a “minha”. Precisamos então observar objetivamente a consciência de outra pessoa, cá de fora, e relatá-la. Portanto, é nossa tarefa compatibilizar conceitualmente as abordagens de primeira e terceira pessoas.

O psicólogo americano William James considerou a experiência consciente como manifestação de um processo (James, 1890). É uma colocação útil, mas também não se aplica a todas as circunstâncias. “Processo” traduz a maneira de executar alguma coisa. A consciência transcende a esta “maneira”. A palavra processo nos lembra algo virtual, quando a consciência nos parece tão real. No entanto, é um termo que pode ser útil em algumas situações e não pode ser descartado. Afinal, não é à toa que é amplamente usado pelos teóricos da inteligência artificial e pela comunidade de informação. Pode ser utilizado (e aqui o será) quando tratarmos efetivamente de “execução”, como na diferenciação entre “processos” conscientes e inconscientes.

O termo que nos pareceu mais conveniente para ampliar o conceito de consciência foi “propriedade”. Uma propriedade de algo significa uma abordagem de terceira pessoa. É uma palavra adequada por denotar qualidade, característica, e também atributo, como surge em alguns dicionários (Holanda, 1986). Não se trata de um processo, mas do resultado final dos processos aos quais se submetem as estruturas. É um termo inclusive versátil, podendo ser usado em sentido mais amplo (“a consciência é uma propriedade biológica”) ou mais restrito (“é uma propriedade do sistema nervoso, ou de tais grupos de neurônios”). Tem ainda a vantagem de ser familiar aos leitores das ciências, acostumados com o termo desde os primórdios da física e da química, com todas suas propriedades. Parece uma boa opção.

Poderíamos então fazer um acordo: a consciência é um fenômeno e é também uma propriedade.

Assim, já temos a compreensão mais ampliada, em primeira e terceira pessoas. Mais tarde poderemos até desenvolver o conceito, defendendo, por exemplo, que esta propriedade seja de cérebros evoluídos e que este fenômeno seja qualitativo e pessoal. Estaria assim contemplada a essência da consciência, incluindo os aspectos subjetivos e também os objetivos. Poderíamos ainda incluir referência a seu conteúdo, explicitando algo de sua grande abrangência. Ficariam assim expostas as informações que a consciência carrega sobre o meio ambiente e sobre o próprio corpo, bem como outras funções que alberga, como pensamentos, memórias etc.

Para que uma definição de consciência seja abrangente, deve conter possíveis causas e efeitos. Surgem aí alguns complicadores. Se a consciência for algo físico, o que a “produz”? Prestem atenção: o termo “causa” aqui é armadilha. É provável que tenhamos dificuldade de encontrar uma estrutura que “produza” a consciência. Mas podemos, em vez de causa, procurar a consciência como uma “condição inerente” a tal estrutura. Vejam que diferença, como muda tudo. Não é como um ovo, “produzido” pela galinha. É como uma cor, inerente a determinado comprimento de onda luminosa. No primeiro caso, são duas substâncias, a consciência e a estrutura que a produz. No segundo caso, falamos de uma só substância. Decidiremos mais tarde qual destas visões se enquadra melhor. O conhecido cientista alemão Ernst Mayer nos ensinou que, em biologia, é frequente não podermos definir a causa, já que geralmente tratamos de interações de sistemas complexos (Mayer, 2008).

A pergunta seguinte seria a respeito do efeito da consciência. Qual é a sua função? Existe, de fato, alguma? Parece óbvio que sim. Afinal,

é por meio dela que nos é possível reconhecer melhor o meio e as situações que nos envolvem. De alguma forma, a consciência parece ampliar nossos recursos adaptativos e nos facilitar a sobrevivência. É um bom argumento. Entretanto, há quem pense diferente. Afinal, os mecanismos inconscientes poderiam dar conta do recado e o tal “fenômeno” viria mesmo como um brinde. Eis aí outro exemplo de controvérsia sobre a consciência. É bom que nos acostumemos com a turma do contra, pois aqui haverá sempre alguém a defender o oposto do nosso modelo.

Vamos ficar, por enquanto, restritos ao entendimento da consciência como fenômeno e como propriedade. Desenvolveremos posteriormente as questões de causa e efeito.

Para finalizarmos esta avaliação semântica, importa tornar claro o que a consciência não é. É fundamental ficarmos atentos a outros significados usualmente utilizados para a palavra, diferentes do estabelecido aqui.

“Consciência moral”, por exemplo, não significa o que tratamos aqui. É um termo filosófico que traduz a referência aos bons costumes e aos deveres do homem, relacionando-se essencialmente com o julgamento do que é ou não correto (“suas ações foram ditadas pelos valores de sua consciência”).

“Consciência neurológica” é um vocábulo médico, que define a maneira como o paciente responde a estímulos externos (“o paciente chegou ao hospital consciente”). É o oposto do estado de coma. A avaliação do “estado de consciência” de um paciente compreende também estados intermediários, denominados sonolência, obnubilação e estupor. São termos da semiologia neurológica, correlacionados com possíveis lesões do sistema nervoso. Têm ligações estreitas com nosso tema, mas não sua abrangência.

Existe ainda a palavra consciência com conotação de conhecimento de determinados fatos, de objetos ou acontecimentos. Este sentido indica noção, ciência de algo ou de alguma situação (“você tem consciência do risco que corre”).

Nenhum destes significados corresponde integralmente ao sentido usado neste trabalho.

Consciência não pode ainda ser identificada com os estados de vigília, de atenção, de percepção, nem com o pensamento. Tem íntima relação com estas funções, mas é maior que elas. Engloba-as todas.

Não é tampouco sinônimo de mente. É englobada por esta, que é conhecida por abranger todas as funções desempenhadas pelo cérebro (conscientes e inconscientes). É como se a mente fosse a congregação de todas as informações, sendo a consciência a “noção” de algumas destas informações.

Alma e espírito são palavras que se referem a conceitos transcendentais, amplos. Muitas vezes foram usados no sentido de “princípio vital” ou “essência da vida incorpórea”. Entretanto, receberam também conotação parecida com consciência, como o conjunto das faculdades cognitivas. Foram termos muito usados pelos filósofos gregos, mas hoje sua utilização se tornou mais vinculada a contextos religiosos.

Os diversos níveis da consciência

Até aqui consolidamos uma noção clara: a consciência é um fenômeno pessoal e representa uma propriedade de nosso corpo, provavelmente do cérebro. Entendemos ainda que seu conteúdo é variado, englobando percepções, pensamentos, memórias, emoções e todo tipo de cognição. Delimitado o tema, podemos seguir adiante.

Todos nós sabemos que a consciência flutua no tempo. Há momentos em que estamos sonolentos, quase inconscientes. Em outros, estamos despertos, mas distraídos, com sentidos dispersos, bruxuleantes, pipocando de um lado para outro. Por outro lado, há instantes de grande concentração, nos quais apreendemos com precisão e força o objeto de nosso interesse. É quase como se toda a consciência fosse aquele objeto. Além desses estados, há outro nível no qual vemos a história toda “lá do alto”. De lá podemos supervisionar tudo, tornando-nos “conscientes de sermos conscientes”.

Estes estados mentais não são iguais: significam coisas diferentes. São múltiplos níveis de intensidade e complexidade, desde fenômenos mais rudimentares aos mais sofisticados. Merecem, assim, tratamento distinto, tanto do ponto de vista descritivo, como de sua investigação estrutural e fisiológica. Além disso, a definição de níveis da consciência possibilitaria o estudo de diferentes estados fenomênicos que provavelmente ocorrem nas diversas espécies animais ou em diferentes fases do desenvolvimento de uma criança.

É possível que a consciência tenha evoluído de maneira gradual e que cada um destes estados menos complexos seja na verdade o ápice da experiência subjetiva de um grupo de animais. Nos seres mais pri-

mitivos, podem ter surgido fenômenos simples, pouco definidos. Com a seleção natural, novas características físicas possibilitaram propriedades mais sofisticadas (Marijuan, 2001). De acordo com este modelo, os animais menos evoluídos só conhecem tipos de fenômenos primitivos, parecidos talvez com a nossa sonolência, com nossos sonhos ou com nosso estado de embriaguez. Outros animais podem ir além, experimentando sensações claras e coloridas, como as que temos quando acordados. Os mais evoluídos dispõem ainda dos mecanismos da atenção e focalizam bem os objetos, delimitando-os e reconhecendo-os. Finalmente, os primatas e outros parentes nossos mais próximos podem ter desenvolvido a autoconsciência.

Esta complexidade crescente dos estados fenomênicos parece ocorrer também no desenvolvimento da criança, com o recém-nascido dispondo apenas de rudimentos do que vai usufruir quando seu sistema nervoso estiver maduro (Singer W., 2001).

Considerando, portanto, a existência destes diferentes níveis, vamos propor termos específicos que possam indicá-los. Ao individualizarmos semanticamente cada um destes estados, poderemos correlacioná-los com particularidades anatômicas ou fisiológicas. Acreditamos, por exemplo, que estados de consciência mais rudimentares necessitem de ligação com mecanismos do estado de vigília, que outros mais complexos demandem os circuitos da atenção e que os mais sofisticados coincidam com os sistemas vinculados ao pensamento livre.

Vários autores organizaram suas classificações dos estados de consciência (Edelman, 1992; Damásio, 2000; Block, 1995). Poderíamos utilizar uma destas, mas isto nos vincularia às hipóteses específicas do autor que a propôs. Adotaremos, então, uma ordenação híbrida, que entendemos simples e versátil, capaz de se adaptar à maioria das ideias que circulam sobre o tema, facilitando nossa tarefa de revisão de literatura.

Vamos considerar somente três níveis de consciência. O primeiro é um nível “básico”, elementar e difuso. O segundo é um nível “focal”, mais diferenciado. O terceiro é um nível “superior”, sofisticado.

A “consciência básica” retrata aquele espetáculo maravilhoso em torno de nós, que nos invade ao acordamos, como já descrevemos. É a grande sensação unificada que nos envolve e que contém a síntese de nossa experiência momentânea. Apresenta informações sobre o ambiente e suas modificações. Traz notícias sobre nosso corpo,

ênfatizando suas necessidades. Representa o aqui e o agora, com incursões limitadas na vizinhança espaço-temporal. Vislumbra levemente o passado e o futuro próximos. É qualitativa, unificada e essencialmente subjetiva.

Esta consciência básica é sintética, mas abrangente. Contém a soma de nossas sensações, traduzidas em um todo coerente. Apesar de estar sempre em transformação, nós a sentimos estável. Por isso, é tão familiar e a identificamos como nossa. Permite o conhecimento imediato do corpo e do mundo. Ela depende essencialmente do estado de vigília. O fenômeno consciente básico representa a fusão de sensações, memórias e emoções.

Não nos parece lógico que seja restrita aos humanos (como imaginava Descartes). É coerente conceber sua existência em animais que precisem desta espécie de síntese. Há estudiosos que a consideram como protótipo, com a natureza do estado de consciência se exaurindo aí, no ponto em que representa o mundo (Peacocke, 1984).

Desta envolvente imagem polimorfa se salienta sempre um objeto único, ou uma situação isolada, para o que dirigimos toda nossa preferência em um momento. É o que chamamos de “consciência focal”, nosso segundo nível. Refere-se ao destaque de uma só coisa, aquela escolhida entre tantas exibidas pela consciência básica. Sua definição começa pela percepção do objeto, a delimitação de suas fronteiras e sua diferenciação dos demais. Destacando algo prioritário, tal faculdade permite nos concentrarmos na relação com o objeto, possibilitando ainda localizá-lo e reconhecê-lo melhor. Observe agora em você mesmo: estamos sempre ligados em uma coisa só. Pode ser um objeto do campo visual, um pensamento ou uma memória. Mas é algo único. É a tal “consciência de uma coisa”, que os filósofos chamam de intencionalidade (Brentano, 1874). Não se viabiliza sem os recursos da atenção. Alguns dos estudos mais significativos sobre a consciência referem-se essencialmente a este estado.

No ápice da escala de complexidade, chegamos finalmente à “consciência superior”. É a que predomina quando você para e conclui: Sim, eu sou um ser humano consciente. É um tipo de metacoscicência, que outros autores chamam de consciência ampliada ou elaborada. Ela funciona como supervisora de outros tipos de consciência, mais básicos. Requer recursos da memória e possibilita a cognição livre. Liberta-nos do aqui e agora e permite incursões no passado e antecipações do futuro. A autoconsciência é o exemplo. É a consciência de estar consciente. Permite uma noção sofisticada do “eu”, da própria

existência, da individualidade e também a atribuição de estados semelhantes às outras pessoas. É provável que estas capacidades se restrinjam aos primatas superiores.

Também neste nível há autores que, não definindo bem o objeto de seu estudo, usam o termo “consciência” referindo-se à autoconsciência. Isso só pode resultar em análises confusas e conclusões erradas. Os leitores poderiam reagir e lembrar que “estar consciente é se tornar consciente do mundo, não do fato de estar consciente” (Dretske, 1993).

Qualquer classificação é um sistema heurístico e tem por finalidade servir de instrumento auxiliar na obtenção de informação ou pesquisa (Mayer, 2008). Sabemos que não existem somente três níveis de complexidade na evolução da consciência, mas diversos níveis intermediários, quase um *continuum*. Os níveis não são estanques e devemos encará-los como grupamentos de estados semelhantes.

Pela nossa proposta taxonômica, identificamos então a consciência básica, seguida da consciência focal e finalmente a consciência superior, da qual deriva a autoconsciência. Assim ficaria caracterizado o arsenal fenomênico de que os animais dispõem em sua luta pela sobrevivência.

Faremos eventualmente menção a pequenos apêndices destes níveis, como se fossem subdivisões. Por exemplo, descreveremos um tipo de consciência mais rudimentar que o nível básico. Precisaremos dela quando nos referirmos a fenômenos grosseiros e toscos, pouco definidos, como ocorre em nossos sonhos, estados de sonolência ou mesmo por sensações periféricas aos nossos campos perceptivos, às quais não dedicamos nossa atenção. Caracterizam um tipo de consciência marginal, semelhante a uma protoconsciência de muitos animais primitivos.

Do outro lado do espectro também podemos descrever padrões da evolução da consciência superior. Já nos referimos à autoconsciência. Há ainda outras funções, ainda mais elaboradas, cujo surgimento tornou possível a criação mental de símbolos e a sua utilização. Quando apareceram, certamente derrubaram os entraves do concreto, liberando o pensamento, a imaginação e a criação. Ampliou-se, assim, a possibilidade de classificação das imagens, viabilizando a análise e o planejamento. Nada pôde representar mais vantagens evolutivas, especialmente em ambientes instáveis e complexos. Esta evolução fez surgir finalmente a linguagem, com todas suas conseqüências. Caracterizou-se essencialmente o ser humano. Poderíamos chamá-la de consciência simbólica.

40 A CONSCIÊNCIA – UMA VIAGEM PELO CÉREBRO

Veremos como estas distinções dos níveis dos estados de consciência vão nos ajudar. A biologia de um nível pode ser bem diferente da de outro. Será um erro se programarmos um experimento para testar um processo da consciência focal, por exemplo, e extrapolarmos o resultado para outro nível de consciência.

Estas conceituações são suficientes para nosso propósito e nos liberam para outras tarefas. Vamos agora revisar a trajetória feita pelo homem na sua busca pela verdade a respeito da consciência, ou pelo menos na sua procura por crenças justificadas. Será a primeira parte da viagem e nela recordaremos imagens do pensamento místico, espiaremos o debate filosófico e chegaremos ao raciocínio científico. Tentaremos mostrar um retrato do anseio da humanidade para compreender o espírito, a mente e a consciência.

CAPÍTULO 3

DAS CAVERNAS À UNIVERSIDADE

“Eu sou uma coisa que pensa. Eu não sou essa reunião de membros que se chama corpo humano.” (Descartes, filósofo francês)

“Somos corpo e alma, mas uma única pessoa, compreendida, ora sob um atributo, ora sob outro.” (Espinosa, filósofo holandês)

Alma, espírito e a questão mente-corpo

Há indícios de que o homem já se preocupava com seus estados internos antes mesmo do advento do que chamamos civilização. Desde aqueles tempos o interesse pelo tema nunca diminuiu e, como não foi possível encontrar uma solução satisfatória, ficou uma rica história de imaginação, crenças, suposições e até algumas conclusões. Seguiremos agora esta trilha, deixada por alguns dos pensadores mais significativos. Buscaremos os rastros de filósofos, teólogos, médicos, psicólogos e outros cientistas que se aventuraram neste caminho. Muitos deles foram imortalizados como grandes sábios, outros são reconhecidos como sumidades contemporâneas e alguns nem são assim tão conhecidos.

Todos encararam o desafio do tema difícil: como, afinal, pode surgir algum tipo de experiência consciente? De onde esta sensação provém?

Foram muitas as ideias divergentes, inúmeras as contendidas e os desacertos, mas houve também tentativas bem-intencionadas de acordos. Vamos revisar algumas das dificuldades que os estudiosos tiveram e os conceitos que, por fim, nos legaram.

Dois grupos se destacaram nesta trajetória intelectual. Vieram primeiro os chamados dualistas, que supuseram que nós, humanos, somos formados por duas substâncias: corpo e alma. Do outro lado, surgiram os monistas, que disseram um enfático não, que somos uma só substância e que do corpo nasce o espírito.

Já se escreveu demais sobre a consciência humana e sobre conceitos que se confundem com ela, mas as doutrinas mais conhecidas são mesmo o monismo e o dualismo. Seus defensores até hoje duelam e

42 A CONSCIÊNCIA – UMA VIAGEM PELO CÉREBRO

por isso surgiram inúmeras versões e interpretações de suas teorias, das quais nasceram facções, escolas, tendências.

Do monismo surgiu o materialismo, escola que identifica a mente ao cérebro, considerando que tudo faz parte do mundo físico. Também monista é a concepção oposta, chamada idealismo, segundo a qual o mundo é essencialmente mental. Voltaremos ao assunto.

O dualismo também se dividiu, entre o já conhecido dualismo de substância e um chamado dualismo de propriedade. Já vimos que o primeiro vê o corpo como substância física e o diferencia da alma, algo não físico. O segundo dualismo é diferente: considera o mental e o físico como duas propriedades de uma mesma substância (parece com o monismo, mas veremos que não é).

Há ainda diversas teorias derivadas de cada uma destas, como as que foram chamadas de funcionalismo, fenomenologia, behaviorismo e reducionismo. A lista pode parecer grande, mas entendê-la não é assim tão complicado. É imprescindível que revisemos rapidamente estas principais hipóteses, para entrarmos preparados nas discussões travadas atualmente pela filosofia da mente e pela biologia da consciência.

Começando lá atrás, o que deveriam pensar sobre a consciência os nossos antepassados da pré-história?

Talvez não muito. Com seus problemas urgentes de sobrevivência e suas limitações linguísticas, é improvável que tivessem elaborações maiores a respeito desse assunto. Entretanto, há sinais de que preocupações sobre a vida interior já despontavam. Os costumes de sepultamento praticados pelo Homem de Neandertal indicavam uma ideia de sobrevivência à morte e, portanto, de algum tipo de dualismo.

Motivos de pinturas encontradas repetidas vezes em cavernas mostram lutas entre serpentes e águias. Esta manifestação artística foi interpretada como indicativa do antagonismo entre a terra (serpente) e o voo espiritual (águia), ou seja, entre duas essências. Outras pinturas rupestres sugerem conceito alternativo. São as imagens de dragão, que podem significar serpentes com asas, ou seja, fusão entre ambas as essências. Talvez aí se exibam as discórdias mais remotas entre dualistas e monistas (Campbel, 1990).

As primeiras civilizações que desenvolveram a escrita nos deixaram demonstrações bem mais nítidas. Os hieróglifos egípcios já traziam a diferenciação clara entre corpo e alma, denominando-os respec-

tivamente “ka” e “ba”. Este último sobreviveria à morte do corpo, no entender daquele povo. As pirâmides foram construídas para que a “ba” dos nobres pudesse ter acesso privilegiado a alguma etapa posterior à morte.

Depois deles, os gregos criaram termos referentes à mente (“*nous*”) e ao espírito, ou eu consciente (“*psy-khé*”), este último muito significativo até hoje. Anaxímenes de Mileto, um dos primeiros sábios daquele povo, arriscou uma hipótese sobre a origem do fenômeno consciente: “o espírito é um sopro”. Esta imagem foi e permanece ainda forte, nem que seja como metáfora (Reale & Antiseri, 2004). Já Demócrito considerou que o espírito deveria ser composto por algum tipo especial de átomos. Usou o termo *psy-khé*, que posteriormente daria origem à latina “*anima*”, carregando a noção de uma essência imaterial e imortal, consubstanciada em nossa palavra “alma”.

No judaísmo a concepção variou em diferentes épocas e seitas, mas geralmente usou-se o termo alma (*néfesh*) com o significado de vida e o termo espírito (*ruakh*) conotando fôlego.

Foi Platão quem introduziu a concepção dualista, ao descrever a sua teoria das ideias. Como demonstrou em sua famosa alegoria da caverna, o mundo concreto, percebido pelos sentidos, é apenas uma reprodução não confiável do mundo das ideias. Este, sim, seria verdadeiro, imutável. Cada objeto do mundo físico seria aí representado por sua ideia correspondente. De forma semelhante, o homem foi concebido como composto de corpo e alma. De acordo com Platão, “a alma é a essência de um ser, é incorpórea e imortal” (Platão, c. 387 a.C.). Nascia assim uma noção clara de que corpo e alma eram duas substâncias diferentes. Este conceito dualista teve profundo impacto na construção do conhecimento humano, incluindo o linguajar filosófico e científico.

Entretanto, mesmo com o grande apelo exercido pelo modelo platônico e com a aceitação geral da imagem de uma alma imortal comandando um corpo mortal, algumas vozes questionaram esta teoria, já naquela época. Aristóteles, por exemplo, não concordou com seu mestre. Tratou de amenizar a dicotomia corpo-alma, considerando que “a alma é a primeira realidade de um corpo – naturalmente organizado”. Era uma solução que tendia para a consideração da substância única (Aristóteles, *De anima*, 350 a.C.). Na época helenista, os epicuristas também flertaram com o monismo, ao afirmar que “é corpórea a natureza do espírito e da alma” (Lucrecio, c. 54 a.C.).

44 A CONSCIÊNCIA – UMA VIAGEM PELO CÉREBRO

Este antagonismo conceitual perdurou por toda a história da filosofia, mas, ao longo dos dois milênios seguintes, predominou claramente a visão platônica.

O dualismo corpo-alma teve grande influência sobre as grandes religiões, para as quais a alma se coloca como conexão prioritária com a divindade. O filósofo católico Santo Agostinho definiu alma como “atemporal, perfeita e imaterial, com a qual nosso contato é não sensorial”. Vimos na figura 1 o afresco de Michelangelo da Capela Sistina, que exibe de maneira soberba o momento em que Deus traz vida ao corpo quase inerte de Adão, legando-lhe sua alma.

Avicena, médico e filósofo islamita, concordou: “a imortalidade da alma é consequência de sua natureza”. Mesmo religiões orientais abraçaram conceitos semelhantes, como o “*atman*” dos hindus, correspondente à alma ou a um sopro vital.

Uma voz discordante foi a de Buda, que rejeitou a ideia de uma alma eterna, ou permanente: “A vida humana é uma série ininterrupta de processos mentais e físicos que alteram o homem momento a momento”.

No ocidente permaneceu dominante a concepção dualista durante toda a Idade Média (<http://en.wikipedia.org/wiki/Soul>), quando qualquer avaliação sobre o tema não era apenas desaconselhada: era perigosa.

O dualismo a partir de Descartes

A discussão renasceu na chamada era científica, já no século XVII. Nesta época os crescentes conhecimentos de matemática, física e astronomia trouxeram confiança na possibilidade de que os mistérios da vida poderiam ser desvendados. O notável matemático e filósofo francês René Descartes consubstanciou ainda mais a doutrina dualista, considerando o físico e o mental como coisas fundamentalmente diferentes. Em suas “Meditações”, ele considerou cada pessoa se identificando com sua alma, uma entidade não física. Esta alma se manifesta quando se diz, por exemplo: “eu vejo o céu”, “eu estou alegre” ou “eu vou andar”. Quem diz isso é um determinado “eu”, que se sente possuidor de olhos, emoções e pernas. Este eu, que tem o poder de pensar e agir, é algo que possui um corpo. Portanto, é diferente do corpo que possui. Este eu, na realidade, é a alma, que domina o corpo. A alma tem o poder de pensar e agir. É ela que movimenta o corpo.

Descartes definiu o ser humano como alma incorporada, uma coisa pensante (*res cogitans*). A alma não tem tamanho, não tem dimensão, sendo indivisível. É essencialmente pensamento e consciência. Somente os seres humanos a possuem, o que é comprovado pela sua capacidade exclusiva de utilizar a linguagem e a razão. Por sua vez, o corpo é extenso, tendo tamanho e ocupando um lugar no espaço (*res extensa*) e assim difere da alma (Descartes, 1641).

Outro argumento do filósofo a favor do dualismo é derivado de sua “dúvida metódica”. Aqui ele questiona todas as verdades prévias, na tentativa de descobrir o caminho para o conhecimento. No final de longo raciocínio, ele confronta a certeza da própria existência (inquestionável) com a incerteza da existência até mesmo de seu corpo (eventualmente obra de sua imaginação). Conclui que, se este raciocínio é possível, não há como excluir a possibilidade de duas substâncias. E já que a única parte da essência humana indubitavelmente constatável é o pensamento, este é o responsável pelo eu (Descartes, 1637). Em outras palavras, a consciência é um estado da mente, e o cérebro é o responsável pelos processos inconscientes.

A autoridade de Descartes reforçou o conceito dualista e referendou o pensar religioso, dando-lhe a aprovação da ciência. Tão forte e tão longa foi sua influência que hoje usamos uma linguagem francamente tendenciosa. Quando falamos “meu corpo” ou “meu cérebro”, estamos raciocinando de maneira dualista.

Contra esta posição se insurgiu na época o filósofo holandês Espinosa, que considerava o mental e o físico como diferentes atributos da mesma substância e que seria possível descobrir nos segredos do corpo uma explicação para nossa consciência (Espinosa, 1677). Após tanto tempo de influência platônica, um filósofo de igual renome se contrapunha ao dualismo, considerando a pessoa humana como única e indivisível. Foi apoiado por Pascal, outro peso-pesado.

Apesar deste novo impulso, o monismo teve que esperar outros dois séculos para ganhar força. O chamado “dualismo de substâncias” continuou por um tempo extra a dominar a cena. Ao entender que corpo e alma são duas coisas diferentes, os dualistas interpretam a consciência como “não física”, sendo impossível tentar reduzir a mente à matéria. Inúteis, pois, seriam nossos esforços para explicar a atividade mental por processos corporais.

Houve ainda a sugestão de que a consciência não passasse de uma ilusão. Essa posição, chamada epifenomenismo, foi considerada a face

mais radical do dualismo. O grupo que a defende (até hoje) considera que os mecanismos inconscientes supririam todas as necessidades, tornando a consciência supérflua. Para eles, a consciência não tem interação com a matéria. É um fenômeno sem função. É como os sons do coração, que nada têm com a sua função principal, de bombear sangue. Thomas Huxley, o famoso amigo de Darwin, defendeu este conceito, sugerindo que assim se manteria a distinção entre mente e corpo, sem obrigar a primeira a ter efeito causal sobre o segundo (Huxley, 1874).

Mesmo um cientista moderno, como o americano Gerald Edelman, flerta com esta posição. Ele argumenta que a irredutibilidade do fenômeno consciente a um processo físico fica demonstrada na impossibilidade de traduzirmos algumas de nossas sensações internas. Assim, nem que tentássemos muito, conseguiríamos explicar a sensação do vermelho a um cego. Edelman propõe que os fenômenos representam apenas habilidades discriminatórias e que isso só se viabiliza pela presença de processos neurais de determinado nível. Estes processos neurais é que são efetivamente causais e não o estado de consciência. Não importa que se liguem entre si.

Segundo Edelman, a consciência representa apenas a disponibilização da informação sobre os processos. O *self* tem acesso às consequências causais destes processos neurais justamente por meio do estado de consciência. Os processos neurais representam assim a habilidade de fazer distinções em ambientes complexos, e o estado de consciência nada mais é que a manifestação dessas mesmas distinções. Isso nos dá a impressão de que os estados de consciência sejam causais, embora não o sejam (Edelman, 2004). É uma argumentação complicada, mas parece coerente.

Agrada a você este argumento? A mim, não. O epifenomenismo é, para começar, contraintuitivo. É muito difícil imaginar que a mente não tenha efeito causal. Afinal, quando eu “quero” levantar o meu braço, ele de fato se levanta. É que há um nível “macro” de explicações em termos de consciência e um nível “micro” de explicação em termos de circuitos neuronais. O fato de que todas as explicações estejam no nível micro não significa que o nível macro seja epifenomênico (Churchland, 1998; Searle, 1998). Além disso, é difícil conceber como milhões de anos de evolução poderiam construir um mecanismo tão sofisticado e complexo que não tenha uma utilidade real. Iria contra os princípios da seleção natural.

Ainda na linha dualista, surgiu posteriormente outra corrente, que considera ser a mente apenas uma propriedade da matéria. Não seriam

duas substâncias. Trata-se do “dualismo de propriedade”, que, apesar de reconhecer apenas uma substância, não aceita que a mente possa ser reduzida à matéria. Alguns deles até reconhecem no cérebro propriedades redutíveis, como o peso, cor ou textura; mas a mente não é uma delas. A explicação para o estado mental é que este sobrevém, de maneira sincrônica, à sua base física. Chamam este processo de superveniência. É diferente da posição materialista, que também pode considerar a mente como uma propriedade, mas aceita sua redução às propriedades das estruturas da matéria. Na filosofia da mente, algumas diferenças de posição podem parecer sutis ou mesmo confusas. Quando nos acostumamos com o debate, passamos a entender estas disputas.

Se o dualismo tem resistido tanto tempo, deve haver argumentos consistentes que o sustentem, e de fato há. O primeiro trata da própria aceitação e resistência da ideia, escolha da maioria por tantos séculos. Afinal, não se pode desconsiderar a opção da maior parte da população humana ao longo de quase toda história da civilização. Foi também a tendência natural da maioria das religiões. Mesmo sabendo que a crença coletiva não tem valor de verdade, manifestações deste porte devem ser obrigatoriamente consideradas. Para se mudar um paradigma tão amplamente aceito, é preciso encontrar um modelo decididamente mais adequado.

Talvez o argumento mais consistente pró-dualismo seja o dos que acham impossível a redução de certas características mentais ao físico. Eles apresentam algumas qualidades subjetivas de experiências mentais, e as consideram irredutíveis. Os filósofos costumam chamar estas qualidades subjetivas de “qualia”. Justificam o termo com o argumento de que a consciência é uma propriedade qualitativa. Cada vez que eu experimento uma sensação ou que percebo um objeto, a experiência é qualitativamente diferente. Como se pode reduzir o “vermelho que eu vejo” a uma atividade cerebral? Como o timbre tão familiar da voz de minha cantora preferida pode ser demonstrado nos circuitos do sistema nervoso? Segundo estes dualistas, são até possíveis algumas correlações entre estados mentais e cerebrais, mas a subjetividade do “meu vermelho” ou da “minha dor” é irredutível. E, se algo é irredutível, temos duas substâncias.

De fato, é difícil discorrer sobre os “qualia” sem imprecisões, mas devemos evitar exercícios filosóficos inconsequentes. Este conceito remonta às ideias do filósofo empirista Locke. Ele chamava de qualidades secundárias aquelas que existem em um corpo apenas por nós

as percebermos como tais e não por terem em si algum atributo específico (Locke, 1690). Seria então teoricamente possível que a cor de uma flor, como uma violeta, produzida na mente de um homem, seja a mesma que a cor de outra flor, como uma margarida, produza em outro homem e vice-versa (Maslin, 2009).

Hoje há consideráveis evidências contrárias demonstrando que a percepção de uma qualidade como cor pode ser explicada por conceitos de óptica (como comprimento de onda), associados aos da neurofisiologia (como os circuitos da percepção visual) (Damásio, 1998). Desta forma, mesmo que a “vermelhidão do vermelho” não possa ser explicada, se conseguirmos determinar a correlação neural do vermelho de uma pessoa e o compararmos com o de outra, seria plausível inferir que ambos veem o vermelho de modo bem semelhante (Crick, 1990). E se, no fim de tudo, a experiência for ou não idêntica, é absolutamente irrelevante. Afinal, a percepção da realidade externa é uma habilidade que, como outras, o sistema nervoso desenvolveu por pressões evolucionárias. Qualidades secundárias, como cores, cheiro ou gosto, são invenções para interagir com o meio de forma preditiva. O grau de concordância de nossa percepção da realidade com “a coisa em si” não importa para o indivíduo, desde que as propriedades geradas pelo cérebro preencham as necessidades da interação com o mundo externo.

Por outro lado, há argumentos consistentes contrários ao dualismo. O primeiro é o princípio que não se deve complicar desnecessariamente o que pode ser simples. É a chamada “navalha de Ockham”. A consideração de uma segunda substância para explicar a consciência é um complicador, pois exige definições adicionais, como a maneira de interação entre as “duas substâncias”. A incapacidade de construir uma ponte entre o corpo e a mente tornou-se uma questão crítica para o dualismo.

Como um acidente vascular cerebral (AVC) pode afetar a mente? Como o álcool age sobre o raciocínio? Como a consciência apareceu no primeiro ser vivo? O materialista pode respondê-las, com os conhecimentos de que a ciência hoje dispõe sobre o cérebro e sobre a evolução das espécies. O dualista fica em dificuldade. A tentativa de Descartes de considerar a pineal como o ponto de interação entre corpo e mente revelou-se inadequada (Descartes, 1649). As versões novas implicando a mecânica quântica têm sido igualmente inconsistentes. No final das contas, adotar o modelo dualista pode significar abrir mão do conhecimento científico.

Uma crítica ao dualismo que ficou popular foi a do “fantasma na máquina”, cujo modelo imaginava a mente como “um homenzinho” dentro da cabeça, espreitando e comandando as atividades do cérebro. O filósofo inglês Gilbert Ryle apresentou este dogma para logo provar que era falso, em princípio. Segundo ele, essa doutrina fundamenta-se em erro categorial. Apresenta os fatos da vida mental como se pertencessem a uma categoria lógica, quando, na realidade, eles se vinculam a outra (Ryle, 1949). Seu argumento é que o funcionamento da mente não difere das ações do corpo e seus termos representam apenas uma maneira diferente de descrevê-los.

Esta luta entre dualistas e monistas é, assim, antiga. De vez em quando surgia algo novo. O idealismo, por exemplo, começou pela curiosa posição do bispo irlandês Berkeley, que acreditava que as coisas só existiriam a partir do ponto em que eram percebidas pela mente. Definia o mundo como um produto da mente, sem evidência de existência própria. Caracterizava-se assim um monismo diferente. Surgiu do debate epistemológico, com a desconfiança da possibilidade do conhecimento direto do mundo (dos objetos, da chamada “coisa-em-si”). Apesar de estranha, a teoria teve grande influência, já que concedia a ênfase desejada ao fenômeno subjetivo (Berkeley, 1710). Seus teóricos incluíram alguns dos expoentes da filosofia, cujas ideias sempre privilegiaram o fenômeno, mas poucos deles chegaram ao ponto de negar o mundo material, como o fez o bispo-filósofo.

O grande nome do idealismo foi Immanuel Kant, que defendeu a tese de que a “experiência do mundo” é mesmo construída pela atividade mental. Podemos assim investigar o mundo a partir das coisas tais quais nos parecem, por ele chamadas pioneiramente de fenômenos. Ao contrário desses fenômenos, a “coisa-em-si” (inclusive a “mente-em-si”) é incognoscível (Kant, 1781). Kant comenta especificamente que o conhecimento da natureza da alma corresponde a conceitos de entendimento puro, impossíveis de verificação empírica.

Na geração seguinte, Hegel considerou que tudo que aparece só pode aparecer para uma consciência. Ele acreditou que o espírito não pode ter surgido da matéria, mas que, ao contrário, constituía primordialmente a existência. Procurou na “dissolução da distinção entre o eu subjetivo e o mundo objetivo o caminho para o conhecimento de si mesmo” (Hegel, 1807). Na realidade, a posição desses importantes filósofos referiu-se mais ao problema do conhecimento do que propriamente da consciência. Entretanto, a linha idealista defendida por eles exerceria grande influência posterior, inclusive sobre pensadores que se concentraram nos fenômenos conscientes.

Assim, Husserl valorizaria a introspecção como fonte de revelação dos estados mentais, influenciando muito o pensamento europeu moderno. Sua “fenomenologia” se interessa pelo conhecimento dos objetos puros da experiência consciente, ou seja, os fenômenos. É um método especial no qual o mundo exterior e suas implicações são colocados “entre parênteses”, possibilitando um tipo de acesso purificado aos objetos da consciência. As descrições de qualquer assunto devem ser feitas de maneira neutra, sem contaminação de teorias ou práticas anteriores. Podem assim traduzir o que o sujeito pensa ou sente. A consciência, segundo a fenomenologia, não é uma coisa, nem um fato, nem uma substância pensante ou uma alma. É um ato de intuir essências, dando sentido ao mundo. É por isso sempre a consciência de alguma coisa, resgatando assim o conceito de intencionalidade (Husserl, 1900). A fenomenologia foi um dos métodos introspectivos mais utilizados no estudo dos conteúdos da consciência, ou melhor, do que é mentalizado por meio dela (Merleau Ponty, 1945).

Enquanto os discípulos de Kant e Hegel continuavam discutindo a relação entre os fenômenos subjetivos e as coisas objetivas, um naturalista britânico publicou um livro que mudaria para sempre a maneira de nos situarmos no mundo. O livro chamava-se “A origem das espécies” e o cientista era Charles Darwin. Sua teoria da evolução por meio da seleção natural, que hoje tem *status* de lei biológica, esclarece como surgiram as diversas espécies animais e vegetais e como fatores aleatórios podem, em milhões de anos, fazer surgir estruturas complexas como o olho ou o cérebro e funções maravilhosas como a visão e a mente. Hoje suas ideias se transformaram no pilar maior da biologia. A partir delas se considerou seriamente a possibilidade de que a consciência possa ter surgido a partir da matéria (Darwin, 1859).

Os funcionalistas e a inteligência artificial

No fim do século XIX já começavam a se fortalecer as diversas formas de materialismo. Crescia a convicção de que, no fim das contas, o mundo é mesmo físico. O objetivo era entender o funcionamento das coisas considerando a sua obediência às leis da física, química e biologia. As atividades mentais também deveriam ser compreendidas somente por meio de mecanismos físicos. Em outras palavras, deveriam ser “reduzidas” a estes.

Tampouco entre os materialistas houve acordo, resultando no surgimento de outras escolas. Uma das mais estranhas avaliou a atividade mental como um atributo irrelevante, considerando o comporta-

mento como o único fato interessante ao cientista, já que é tudo que ele pode observar. Outros encararam o estado mental como um processo, independente da estrutura atrelada. Há ainda aqueles que enxergaram os estados mentais como idênticos a estados do cérebro. Nestes casos é que o termo “redução” se aplicaria. É quando a explicação de um fenômeno se faz pela análise de suas partes, utilizando-se, para isto, conceitos de outro domínio do conhecimento. O dualismo perdia rapidamente terreno. A maioria dos filósofos e cientistas passou a adotar alguma forma de materialismo.

Os filósofos nesta época já haviam perdido o monopólio do debate. Na Europa, surgiu a psicologia, braço da ciência dedicado ao estudo das atividades mentais e do comportamento. O alemão Wilhelm Wundt fez medições da duração de processos psicológicos, criando a chamada psicologia fisiológica. O austríaco Sigmund Freud descreveu o inconsciente, bem como sua importância na fisiologia e na patologia psíquica humana. Tirou o cetro da consciência (Freud, 1899). Na América, destacou-se William James, que descreveu a consciência como um fluxo de pensamentos, potencializado pelo poder da atenção.

Enquanto a psicanálise dominava a cena na Europa Continental e América Latina, surgiu forte movimento contra o método introspectivo na América do Norte e Grã-Bretanha. Watson e Skinner sugeriram que o estudo da mente deveria se restringir à análise do comportamento. Afinal, só este pode ser efetivamente observado. Fundou-se então o behaviorismo e, com ele, a psicologia comportamental. De acordo com esta escola, devem ser valorizados apenas o estímulo e sua resposta. O comportamento é a manifestação desta resposta e representa a grande fonte de informações. Não há sentido especular sobre o que está entre o estímulo e a resposta. Aí se encontra apenas uma caixa preta, absolutamente inescrutável (Skinner, 1974). Posteriormente vários autores behavioristas tornaram estes conceitos mais flexíveis. Admitiram cognições, mas consideraram-nas um tipo de comportamento.

O behaviorismo dominou a psicologia em boa parte do século, principalmente nos países de língua inglesa. Teve força à medida que seus princípios coadunavam com os princípios gerais da ciência de então, desconsiderando tudo que não podia ser observado.

Entretanto, era profundamente contraintuitivo, ao negar a importância de processos mentais subjetivos, tão evidentes e tão caros a todos nós. Considerava ainda o cérebro como máquina passiva, sempre à espera de estímulo do meio para poder responder. Sabemos que

nosso cérebro não é mero coadjuvante, mas que pode ser protagonista, iniciar ações.

A resposta ao behaviorismo veio com o funcionalismo, originário dos conceitos de William James. Este grande psicólogo concordou com a importância do papel do estímulo e da resposta, mas indicou a existência de processos intermediários. Ele concebeu assim a noção de que “o espírito é um processo” (James, 1890). Na avaliação mental, ou seja, destes processos, o importante é observar as funções da mente e não as suas estruturas. O estado mental passou a ser considerado um “portador de informação”, encontrado entre *inputs* do meio e *outputs* comportamentais. A ideia é que, se nos interessa medir o tempo, não importa se isto é feito por relógio ou ampulheta. Da mesma forma, se a função em pauta for processar informações do meio ambiente, não importa se for feita por cérebro humano ou por computador (Putnam, 1973).

Atrás da concepção funcionalista deslanchou a chamada revolução cognitiva, um mutirão multidisciplinar que inovou os métodos e conceitos utilizados nos estudos das funções mentais. A mente passou a ser vista como um sistema de processamento de informações e o cérebro como um mecanismo complexo de circuitos em paralelo. A consciência tornou-se assim o resultado de computações (Gardner, 1987). Nesta linha têm sido construídos modelos experimentais, capazes de simular diversas funções cerebrais. É uma estratégia diferente. Primeiro se concebe um modelo computadorizado. Se funcionar bem, procura-se uma estrutura no cérebro que funcione de maneira semelhante.

Um bom exemplo foi dado por um grupo de Paris, que procurou construir em computador algo parecido com a consciência. Este grupo criou modelo de redes neurais simulando processos cerebrais, no qual módulos cognitivos (para percepção, movimento, memória e valorização) foram conectados a um espaço central constituído de neurônios artificiais fortemente acoplados. Inicialmente o sistema era treinado em tarefas rotineiras. Após este treinamento, os circuitos eram ativados em tarefas mais difíceis, para as quais os módulos periféricos eram insuficientes. A rede neural procurava (sem supervisão) o módulo central, buscando auxílio. Testes semelhantes foram aplicados posteriormente em humanos, acompanhando a resposta cerebral em exames de neuroimagem. A experiência anterior com as redes neurais permitiu prever padrões espaciotemporais em áreas específicas do cérebro, confirmando o modelo (Dehane, Kerszberg, & Changeux, 2001).

Seguindo esta linha, outros pesquisadores conceberam ideias interessantes para o entendimento do funcionamento mental. O cientista cognitivo Bernard Baars, por exemplo, considerou a consciência como uma espécie de área de trabalho, uma zona de convergência para onde as informações confluíam (Baars, Newman, & Taylor, 1998). É um modelo didático, facilmente compreendido por quem usa computador.

O filósofo Daniel Dennett imaginou um funcionamento cerebral em múltiplas camadas, com ligações em série se ajustando sobre ligações em paralelo (Dennett, 1998). Esta é uma imagem interessante, compatível com uma consciência unificada, processada em paralelo, que serviria de base para processamentos sequenciais, em série, como fluxos de pensamento.

Funcionalistas mais radicais preconizaram potencialidade quase ilimitada para a inteligência artificial, que apelidaram de “IA”. Imaginaram que, quando desenvolvida, a IA poderia se identificar com a atividade mental. Batizaram-na com o significativo nome de “IA forte”. Alguns chegaram a considerar a mente como um *software* e o cérebro como um *hardware*. Por outro lado os mais moderados defendem apenas a “IA fraca”, compreendendo que o computador é somente um método auxiliar na avaliação dos fenômenos mentais (Chalmers, 1996).

Começaram, entretanto, a surgir ponderações contra este funcionalismo. O filósofo John Searle argumentou que a atividade de um computador não pode jamais ser comparada com a mente. Enquanto a máquina só manipula símbolos (sintaxe), a mente, além dos símbolos, lida com significados (semântica). O computador só recebe uma sequência de “zeros” e “uns”, submete-os a um programa e recombina-os. A interpretação dos mecanismos sintáticos desenvolvidos no computador não é feita pela própria máquina, mas pelo homem que a manuseia, ou seja, o programador ou o usuário. Estes, sim, sabem o significado dos símbolos ou das palavras (Searle, 1997). O segundo grande argumento contra o funcionalismo é que ele não pode explicar as experiências conscientes (qualia). Um robô sofisticado poderia cumprir determinada função de maneira idêntica a um homem, mas isto não quer dizer que ele teria sensações iguais às do homem (Block, 1978).

O físico inglês Roger Penrose utilizou argumentos matemáticos para desqualificar o modelo funcional da mente. A sua tese é que processos mentais não são computáveis. Sua demonstração é baseada no

conhecido teorema de Gödel, que indica a existência das chamadas proposições indecidíveis. Este teorema enuncia que, em sistemas matemáticos, há afirmações verdadeiras que não podem jamais ser provadas dentro dos próprios sistemas. Um bom exemplo é o problema da parada. Se pedirmos a um computador que encontre um número maior que 8, ele logo para em 9. Por outro lado, se pedirmos que encontre um número ímpar que seja igual à soma de dois pares, o computador não para nunca. É uma proposta indecidível, que o computador não consegue resolver. A mente, por outro lado, resolve. Nós sabemos que este número não existe. Sabemos isto por intuição. Nosso conhecimento a este respeito não é algorítmico. Daí se conclui que a mente funciona de outra maneira, não é computável. Penrose deduz que seu argumento refuta não só a IA forte, mas também a IA fraca (Penrose, 1989).

Todas estas marchas e contramarchas relativas à questão corporeamente só nos ilustram a precariedade dos métodos disponíveis para nos encaminhar para a solução do problema. O homem vinha buscando o entendimento da consciência por meio da introspecção, do raciocínio lógico e da observação do comportamento. Parecia definitivamente insuficiente.

A hora da neurociência

Que tal procurar a solução para a consciência a partir de outro ângulo, agora observando o cérebro? Nosso passeio pela história chega à sua parte decisiva, escrita pelos que buscam no sistema nervoso as pistas do estado consciente.

No início do século XX um grupo de cientistas conseguiu organizar suas observações em um corpo de conceitos que mudaria a maneira de encarar o cérebro, sua estrutura e sua função. Já um pouco antes da virada do século, o histologista espanhol Santiago Ramón y Cajal estudou a célula nervosa em toda sua extensão por meio do microscópio, pela primeira vez. Ele utilizou em seu trabalho as técnicas de coloração desenvolvidas pelo médico italiano Camillo Golgi. Ambos ganharam o Prêmio Nobel em 1906. Mais do que descrições, seus estudos evoluíram para uma ampla doutrina neuronal, que reconheceu o papel sinalizador da célula nervosa, sua polaridade bem definida e suas ligações por conexões específicas. Foi um salto para começarem as interpretações de funções mentais em termos de mecanismos cerebrais.

Algum tempo depois o britânico Charles Sherrington foi adiante, descrevendo a estrutura que permite um neurônio se comunicar com outro. Mostrou que um neurônio não se comunica anatomicamente com o outro, mas que entre ambos existe uma pequenina fenda, quase virtual. Trata-se da sinapse, por onde circulam componentes químicos capazes de agir sobre a célula seguinte. Mostrou ainda a diferença entre as sinapses excitatórias e as inibitórias, propondo que o neurônio “pondera” os estímulos antes de agir, sendo assim o responsável pelo comportamento. Definiu então que a função do sistema nervoso é a integração do organismo com o meio ambiente (Crick, 1990). Sherrington também ganhou o Nobel (1932), como tantos outros que se envolveram com pesquisas sobre o sistema nervoso.

Chegamos assim ao grupo dos biólogos e clínicos que identificam os estados mentais aos estados físicos e desejam explicá-los por meio das estruturas anatômicas e dos mecanismos fisiológicos. Isto sintetiza a estratégia do reducionismo, também chamado de materialismo reducionista. É comum a rejeição preliminar à palavra “materialismo”, vinculada classicamente a concepções negativas, como a procura desenfreada de bens materiais, desconsiderando preceitos morais. Os defensores do reducionismo repudiam esta conotação e desejam apenas procurar nos domínios da matéria física, química e biológica as explicações para os fenômenos naturais. Preconizam que da mesma forma com que a luz foi explicada por ondas e o calor por energia cinética, a consciência deverá ser explicada pelas estruturas físicas do cérebro.

Reduccionismo significa a explicação de uma teoria a partir da análise de suas partes. Popper criou uma tabela de níveis de conhecimento, em que a compreensão dos níveis superiores pode ser viabilizada pelo entendimento de níveis mais baixos. A tabela começa lá em cima com os ecossistemas, segue para populações, depois indivíduos, órgãos, células e finalmente moléculas, átomos e até partículas. Em cada um destes níveis observa-se todo um corpo de conhecimento, sempre passível de reavaliação à luz dos conhecimentos de outros níveis (Popper & Eccles, 1991).

A principal evidência favorável ao materialismo parte da constatação de que tanto a origem como a constituição do ser humano são indubitavelmente físicas. Os homens começam sua vida pela união de um espermatozoide com um óvulo, ambos bem materiais. Sua constituição microscópica também é indubitavelmente física. Conhecemos a maioria dos átomos presentes no corpo humano. Uma quantidade enorme de suas moléculas está bem identificada. O que é humano,

incluindo a consciência, deveria logicamente sair deste meio. Esta hipótese se reforça quando se demonstram as alterações da consciência relacionadas com lesões físicas. Mais recentemente conseguiu-se ilustração mais elegante deste modelo, ao se verificar a correlação de fenômenos conscientes com atividades específicas do cérebro, em exames de imagens. Quando o voluntário faz um cálculo matemático, acende-se uma região do cérebro. Ao se lembrar da avó, acende-se outra. No momento em que ele sente uma emoção, eis que acende uma terceira área. É a relação cérebro-mente sendo observada em tempo real, sugerindo se tratar apenas de duas faces da mesma moeda.

Aproveitando a grande credibilidade dos cientistas do século XX, um grupo de materialistas tentou afastar definitivamente o misticismo como uma afirmação incisiva: fenômenos conscientes e estados cerebrais “são” definitivamente a mesma coisa. É como água e H₂O: dois nomes para a mesma substância. Construíram assim a chamada teoria de identidade.

Outro grupo materialista procurou ser menos contundente considerando que a questão não é ser igual, mas sim ser correspondente. O filósofo americano Paul Churchland enfatiza que, independente de serem idênticos, “temos que nos acostumar que estados mentais têm localização anatômica e que estados do cérebro têm propriedades semânticas” (Churchland, 1998). Afinal, a biologia lida com atividade dinâmica, não linear. Os componentes de um sistema biológico de nível inferior agem a partir de variáveis representadas por médias, obtidas no tempo e no espaço. Atuam como parâmetros que modificam o nível superior. Por outro lado, as variáveis do nível superior podem também mudar as condições dos níveis inferiores. Nestas condições, não devemos esperar um reducionismo que atinja a identidade (Scott, 1998).

Os neurocientistas de hoje mostram que pode ser mais interessante utilizar um reducionismo um pouco modificado, que conheça seus limites. Não pretendem ingenuamente decompor as complicadíssimas estruturas biológicas em bilhões de pequenas partes, para depois juntá-las. Almejam simplesmente reduzir trechos das macroestruturas a grupos de microestruturas. De posse dos dados referentes a um destes trechos, pode-se compará-lo com partes já conhecidas da questão, procurando, assim, montar o quebra-cabeça. Em algum ponto as peças se encaixam e surgem novos *insights*. O neurobiólogo francês Jean-Pierre Changeux ressalta que o método científico “impõe contenção, prudência e humildade e não pode ambicionar explicar de uma só vez o conjunto das funções do cérebro”

(Changeux & Ricoeur, 1998). Se o reducionismo não for extremado, talvez todos possam defendê-lo.

Sabemos que é complicado atribuir uma “causa” físico-química para um domínio biológico, mas, no caso da consciência, temos dois fortes argumentos para insistir na busca de interações entre níveis de conhecimento. Um argumento inicial é lógico: o conhecimento especializado não consegue determinar a relevância de seu próprio conteúdo. Um segundo argumento é pragmático: o estudo da mente e da consciência é difícilimo, tornando indispensável o envolvimento multidisciplinar e a utilização de todos os níveis de conhecimento.

A peculiaridade desta abordagem “modificada” é utilizar o método reducionista sem implicância ontológica radical. É não tratar simplesmente de reduzir o conhecimento ao nível inferior, mas apenas de limitar suas distorções e liberá-lo para novos ensaios. Seria a correção de um à luz do outro. Reconhece-se assim que o nível superior não é idêntico ao inferior, mas correlacionado. Podem surgir propriedades novas, emergentes, tornando impossível a redução radical. É possível que uma redução genuína não exija identidades entre níveis. Bastariam “leis-ponte” interteóricas expressando a equivalência entre propriedades (Kim, 1992). Em outras palavras, uma propriedade emergente não pode ser deduzida apenas pela observação das partes ou mesmo de seu comportamento. É preciso considerar também as novidades trazidas pela interação destas partes entre si, com seu ambiente e em seu contexto.

Changeux salienta que “encontrar coerência entre os múltiplos níveis de organização encaixados uns nos outros exige o esforço de vencer as barreiras virtuais que as crenças dominantes procurarão estabelecer a um ou outro nível de complexidade, da molécula ao neurônio, do neurônio aos conjuntos neuronais, dos conjuntos neuronais aos conjuntos mais elevados, quer este nível seja interior ao cérebro ou faça parte da abertura para o mundo” (Changeux & Ricoeur, 1998).

Não teríamos assim a intenção de identificar níveis com o precisismo dos lógicos, mas de correlacioná-los com a praticidade dos biólogos. O corpo conceitual de cada disciplina fica não só preservado, mas também valorizado. Os conflitos entre as escolas seriam assim até bem-vindos, podendo ser particularmente esclarecedores. Só desta maneira pode ser possível ultrapassar muitas barreiras que temos hoje.

Ao conferir os níveis de Popper, verificamos que boa parte dos estudos da consciência se concentra no nível do indivíduo. É aí que se

encontram as disciplinas clínicas, como a neurologia, a neurocirurgia, a psiquiatria e a psicologia. Juntamente com a ciência cognitiva, elas constituem um volume de conhecimento consistente, formado a partir de séculos de investigações acumuladas. Em outros níveis, as disciplinas de citologia, histologia, embriologia, genética e as matérias reunidas na biologia molecular trazem informações valiosas, tornando as trocas utilíssimas.

Física quântica e consciência

A explicação dos fenômenos conscientes a partir de mecanismos quânticos é hoje muito badalada, mas ainda não saiu do terreno especulativo. Pelo menos esta é a opinião da maioria dos neurocientistas e dos físicos atômicos. Parece que, como ambos os temas são complexos e estranhos e, a despeito disso, reais e comprovados, alguns autores tentaram correlacioná-los. Trata-se, entretanto, de uma tentativa de redução muito violenta, saltando etapas ainda por definir. É como tentar explicar um engarrafamento de tráfego analisando a estrutura de um motor de carro.

Alguns tentaram. Penrose e Hameroff chegaram a sugerir que determinada estrutura nos citoesqueletos dos neurônios (os microtúbulos que existem nos axônios) poderia ser compatível com processos quânticos eventualmente responsáveis pela consciência. Mesmo com todo empenho, não conseguiram explicar a consciência com os conceitos quânticos propriamente ditos. Procuraram então a solução em terreno ainda mais nebuloso, na fronteira entre a física quântica e a clássica (Penrose, 1989; Hameroff, *Consciousness, the brain and spacetime geometry*, 2001). Estes autores se envolveram apaixonadamente no assunto, organizando grandes eventos e arregimentando simpatizantes (Hameroff, Kaszniak, & Scott, 1998; Di Biasi & Amoroso, 2004). Entretanto, os autores não apontaram uma maneira de verificar ou falsificar sua hipótese, tornando-a insondável do ponto de vista científico (Margulis, 2001). Não há qualquer indício específico de que modificação no estado quântico de qualquer neurônio possa influenciar estados de consciência.

A hipótese quântica para a consciência trouxe a imediata simpatia dos místicos, virando best-sellers e filmes famosos (Goswami, 2001). Entretanto, o único neurocientista de grande prestígio a apoiá-los foi o australiano John Eccles (Nobel de 1963). Conhecido também pelo seu fervor religioso, ele tentou salvar o dualismo (Eccles, 1994). Na

verdade, a maioria dos neurocientistas desconsidera a hipótese quântica ou mesmo a ignora. Não o fazem por desinteresse. É que, mesmo que não disponham de uma explicação mais completa sobre a consciência, sabem que algumas delas não funcionam.

A biologia contemporânea, por exemplo, já identificou a função estrutural dos microtúbulos, mas ainda engatinha na definição de outras de suas funções básicas, como o transporte intracelular e a movimentação de cílios e flagelos. Definiu menos ainda o seu papel no mecanismo da mitose, no fuso utilizado pelas células durante sua divisão. Parece razoável que estas funções devam ser mais bem esclarecidas antes de preconizar qualquer papel dessas estruturas em algo tão complexo como a consciência (Insinna, 1998). Além disso, há microtúbulos em todos os neurônios (e em muitas outras células do corpo) e apenas alguns deles estão envolvidos no fenômeno consciente. Não sabemos como explicar esta diferença pela física das partículas. Por outro lado, estamos avançados nos estudos dos circuitos dos neurônios e na bioquímica cerebral.

Não foram só os biólogos que ficaram insatisfeitos com a história da física quântica. Físicos famosos, como Stephen Hawking, manifestaram seu desconforto com as especulações (Penrose, 1997). Murray Gell-Mann, que ganhou o Nobel pelos seus estudos em mecânica quântica, se dedicou depois a desmistificar várias de suas propriedades. Ele acredita que a psicologia emerge mesmo é da biologia e aponta a consciência como o último refúgio dos obscurantistas (Guell-Mann, 2001). O filósofo Searle adverte que juntar dois problemas complexos pode tornar as coisas ainda mais confusas, já que podemos criar um mistério ou, pior, vários (Searle, 1997).

Parece lógico que a maioria dos esforços da ciência para estudar a consciência continue dirigida à neurobiologia clássica. Se o grupo interessado na sua correlação com a física das partículas encontrar qualquer evidência passível de verificação, o mundo da neurociência certamente se interessará.

Na outra ponta da classificação, também se pode extrair informação nos níveis de conhecimento ditos “superiores”, especialmente da arqueologia, etologia e antropologia. A filosofia e muitos de seus ramos, como fenomenologia, epistemologia, lógica, linguística etc., podem ajudar na formação da base da estratégia “reducionista modificada”.

Na realidade, nenhum ramo do saber se pode ignorar na tentativa de explicar algo tão complexo como consciência. As interfaces se fa-

zem necessárias não só com outras ciências, mas também com as artes e mesmo com o senso comum.

A discussão sobre a origem da consciência é, desta forma, apaixonada. Cada escola representa o esforço de gerações de estudiosos, muitas vezes com força intelectual para se manter em evidência durante séculos. É uma tarefa fascinante percorrer as ideias e argumentos destes filósofos e cientistas. Convive-se com o legado de algumas das mentes humanas mais privilegiadas, desde sábios da antiguidade até ícones contemporâneos.

Vimos assim muitas destas ideias, como as que consideram corpo e mente como duas substâncias e aquelas que afirmam tratar-se de uma coisa só. Vimos ainda as que desqualificam a importância da estrutura, desde que o mesmo resultado seja conseguido. Passamos pela teoria do conhecimento, utilizando por vezes os recursos da observação, outras vezes os da razão e chegamos até a questionar a possibilidade de alcançarmos a verdade. Todas estas correntes tiveram seu auge e suas depressões, mas todas se mantêm ainda vivas. Isso só comprova a dificuldade do tema, demonstra o seu fascínio e mostra a urgência de se procurar terra mais firme.

CAPÍTULO 4

DA CONTEMPLAÇÃO À OBSERVAÇÃO

“A ignorância afirma ou nega veementemente; a ciência duvida.”
(Voltaire, filósofo francês)

“Se o universo é feito de átomos e partículas, os eventos devem ser explicáveis em termos de estrutura e interação dos mesmos.”
(Karl Popper, filósofo austríaco)

Filosofando sobre a mente, hoje

Nas últimas décadas do século passado, as descobertas da neurociência se expandiram. Os dados empíricos demonstravam cada vez mais as correlações entre estados mentais e estados cerebrais, tornando mais difícil defender outra linha. Os filósofos tiveram que reagir, sob pena de perder essa fatia do mercado, cativa deles desde Platão. O seu ponto de partida havia sido o legado de Descartes, mas era necessário inovar. Sua tarefa passou a avaliar a correlação mente-corpo não apenas do ponto de vista ontológico, mas também por meio da lógica e da epistemologia, buscando-se as identificações e contradições. A arma continuou sendo a introspecção. A nova matéria passou a ser chamada filosofia da mente.

Os trabalhos dos filósofos contemporâneos levaram-nos a recordar toda a história, já que alguns deles reviram concepções tão antigas, como o dualismo cartesiano, novamente consideradas possibilidades lógicas. Discussões intermináveis colocaram em xeque os conceitos de identidade mente-corpo, confrontando variações do dualismo com novos tipos de monismo, abordando, ainda, enfoques diferentes para o behaviorismo e para o funcionalismo. Surgiram mesmo tentativas de desfazer a ideia de mente ou de consciência. Passaremos os olhos em algumas destas discussões para termos noção das discussões atuais da filosofia da mente.

Desde os positivistas lógicos e os legados de Ludwig Wittgenstein (na primeira metade do século XX), os filósofos passaram a ter cuidados especiais com a linguagem e com os abstratos conceitos da lógica. Suas discussões tornaram-se muito densas, ficando difíceis para a digestão dos cientistas, mais voltados para observações, sempre de olho em correlações.

De qualquer maneira, os filósofos têm trazido grandes contribuições para o entendimento da consciência. Suas contendas sobre as teorias de identidade mente-cérebro, sobre a causação psicofísica e sobre o problema de outras mentes são particularmente enriquecedoras. Conceitos novos ou renovados, como os de qualia, intencionalidade e superveniência, são valiosíssimos, abrindo novos espaços, inclusive sobre o que investigar e onde.

O filósofo Thomas Nagel rejeitou o reducionismo e a possibilidade de se passar ao nível subjetivo da fenomenologia partindo do nível objetivo da fisiologia. Dando como exemplo o morcego, disse que podemos saber tudo sobre o seu sistema neurofisiológico e também sobre o mecanismo físico de ecolocalização utilizado por estes bichinhos. Entretanto, jamais poderíamos saber como um morcego se sente. O seu ensaio *“What is like to be a bat”* tornou-se clássico, inclusive criando a ideia da consciência como algo que nos traz a noção de “como é ser nós mesmos” (Nagel, 1974).

Um das armas mais utilizadas pela filosofia da mente é o chamado experimento mental (*Gedankenexperiment*), conhecido da filosofia desde o mito da caverna de Platão. Trata-se de artifício para utilização do raciocínio lógico. Cria-se uma situação imaginária, e esta é logicamente analisada, de maneira exaustiva. Aliás, este estratagema foi explorado também pelos físicos. Einstein imaginou pessoas viajando à velocidade da luz para melhor esclarecer sua teoria da relatividade e Schrödinger utilizou a história de um gato para demonstrar os paradoxos da mecânica quântica.

Os filósofos da mente inventaram vários destes experimentos. Eles nos convidaram, por exemplo, a imaginar um cérebro separado do corpo, conservado em uma cuba e conectado a um computador que lhe forneceria informações contínuas de um mundo virtual (lembra-se do filme *Matrix*?). Poderia o “dono” deste cérebro descobrir que era apenas um cérebro numa cuba? A partir de situações como esta, simplesmente concebíveis, os filósofos procuravam extrair todas as consequências lógicas (Putnam, 1973).

O objetivo destes experimentos é essencialmente observar a consistência interna da demonstração, mesmo partindo de situações irreais. Um dos mais conhecidos destes experimentos é o do zumbi. Trata-se da imaginação de um ser com aparência externa de um humano, que se comporta como um de nós, mas que não tem consciência. Segundo a demonstração, a simples possibilidade de concebermos o tal

zumbi sem qualia tornaria sua existência logicamente possível. Isso colocaria o funcionalismo em xeque (Chalmers, 1996).

Reforçando esta posição, foi inventada também a história dos qualia invertidos, segundo a qual uma pessoa poderia ter nascido enxergando verde o que todos identificavam vermelho. Tendo aprendido a denominar a cor da grama (vermelha para ele) como verde e a cor do carro de bombeiros (verde para ele) como vermelha, não se perceberia a diferença de suas experiências com as das outras pessoas. Essas dificuldades demonstrariam a insuficiência de estados funcionais para explicar experiências fenomênicas.

Outro exercício interessante descreveu Mary, uma neurocientista que sabia tudo sobre o processamento cerebral das cores, mas que, por defeito congênito, só enxergava em preto e branco. Quando viu o vermelho pela primeira vez, descobriu que a consciência não poderia ser resumida a uma descrição física. O epifenomenismo seria, portanto, o correto (Jackson, 1982).

Assim a coisa continuava. Em experimento conhecido como “quarto chinês”, um ocidental trancado em um cômodo recebia por uma pequena janela perguntas escritas em chinês. Ele deveria, a seguir, escolher o símbolo da resposta, sempre utilizando as instruções de um manual. Como o manual era completo, as respostas eram adequadas. Questiona-se então se ele saberia o significado das respostas, se compreenderia o chinês. Como é evidente que não, deduz-se que computadores tampouco compreendem os assuntos que computam. Mais uma vez a conclusão era contra o funcionalismo e também contra a inteligência artificial, demonstrando que computadores são instrumentos sintáticos e não semânticos. Não compreendem nada e são incapazes de ser conscientes (Searle, 1997).

A partir destes e de inúmeros outros experimentos, posições filosóficas têm sido defendidas e atacadas. São discussões cheias de erudição, em parte esclarecedoras, outras vezes confusas. Eventualmente apontam correções de rumo para alguma teoria mais ingênua, mas no fundo são muito perigosas. Assim como nossos sentidos podem nos enganar, o raciocínio livre, desvinculado da observação empírica, também pode nos conduzir a erros grosseiros. Foi assim que Aristóteles concluiu que a alma estava no coração. Foi assim que Descartes escolheu a glândula pineal como a interface entre alma e corpo. Grandes filósofos também cometem grandes equívocos. Alguns destes enganos bloquearam a evolução científica por muito tempo. O filósofo francês Edgar Morin adverte que a nossa lógica não pode fechar-se

totalmente em si própria e em nós: deve estar aberta para a complexidade do real (Morin E. , 2005).

A maioria dos filósofos de hoje se curvou à linha materialista, ao monismo puro e simples. Já na década de 1950, um grupo deles propôs a teoria da identidade, segundo a qual os estados mentais seriam definitivamente iguais a estados cerebrais. Traçavam assim o equivalente filosófico do reducionismo. Três trabalhos se tornaram clássicos. O de Place assegurou que o modelo da consciência identificada com processos do cérebro era uma hipótese científica razoável, que de maneira alguma poderia ser descartada só por argumentos lógicos. Ele ressaltou que, da mesma forma que uma nuvem, de perto, se mostra como gotículas de água, estados mentais, de perto, são eventos neurais (Place, 1956). Já Smart defendeu o preciosismo semântico e especificou que estados mentais e cerebrais são mesmo idênticos e não correlacionados (“não se pode correlacionar algo consigo mesmo”). A palavra “identidade” se refere a eventos empíricos e não a abstrações ou expressões linguísticas (Smart, 1959). A posição de Feigl sugeriu que a identificação deveria ser justificada empiricamente. Se analisarmos a consciência do ponto de vista semântico (e, portanto, lógico) e se a identificarmos com estados cerebrais, incorreremos em erro de categoria. Há uma “linguagem dupla”: a da introspecção e a da neurofisiologia. Não há equivalência lógica entre os conceitos de ambas (Feigl, 1958).

Podemos argumentar que a confusão dos dualistas seja essencialmente semântica, como alguém que pense que água e H_2O talvez não sejam a mesma coisa. Afinal, água é uma substância observada, fluida, incolor, inodora e insípida, que mata a sede e compõe os rios e os mares. H_2O , por outro lado, é apenas um conceito abstrato. Suas repercussões concretas surgem apenas no universo da química, onde duas moléculas de hidrogênio se unem a uma molécula de oxigênio, modificando sua condição físico-química e adquirindo determinadas propriedades, também físico-químicas. Não dá para falar que uma molécula de H_2O seja, por exemplo, molhada. É claro que água e H_2O “são” a mesma substância, mas sabemos disso porque o conceito H_2O foi desenvolvido a partir de discernimentos, observações e experimentações feitas com a água. A rigor, o universo verbal de um conceito difere do universo verbal do outro. Da mesma forma, o espectro das cores pode ser (ou não) explicado pelos comprimentos das ondas luminosas.

De qualquer forma, a proposição de estados “idênticos” deu munição para que os críticos voltassem com força. Os lógicos citaram a

lei de identidade de Leibniz, segundo a qual dois itens só são iguais se todas as propriedades de um estiverem presentes no outro. Apoiados nesta lei, os filósofos discordantes sugeriram que qualquer inconsistência na demonstração da identidade dos estados seria suficiente para acarretar sua nulidade (Kripke, 1980). Outros consideraram que esta argumentação não era suficiente para refutar o materialismo, mas que haveria um hiato explanatório (*explanatory gap*) sempre que tentássemos correlacionar uma experiência qualitativa a uma propriedade física. Argumentam que a identidade entre a água e H₂O é um caso diferente do caso da consciência com o cérebro. O conceito de H₂O carrega uma compreensão aprofundada da água. No caso dos qualia, o caráter subjetivo não consegue ser explicado (Levine, 1983). A partir das intermináveis polêmicas e da dificuldade da correlação empírica entre mente e corpo, muitos concluíram ser esta tarefa impossível e se voltaram para a reavaliação de hipóteses alternativas.

A crítica dos lógicos chegou a ser muito insistente, mas eles não propunham modelos alternativos consistentes (Nagel, 1974). Os experimentos mentais tentavam desenterrar algum modelo antigo ou conceber algo novo que se contrapusesse ao monismo (Popper & Eccles, 1991; Chalmers, 1996). Surgiram proposições estranhas como a simples eliminação do conceito de consciência ou a consideração de que pensamentos não são mais que artifícios de linguagem (Sellars, 1956; Dennett, 1988). É evidente o desconforto trazido por propostas deste tipo. Alguns materialistas recomendam que estes filósofos se beliscassem para verificar se realmente não existia experiência interna (Searle, 1998).

Nesta selva de ideias, cada abordagem realmente nova é saudada como promessa de solução. O conceito de superveniência foi uma destas, que trouxe grande esperança. Concordava-se, a princípio, que eventos mentais pudessem ser identificados com eventos físicos, mas não se definiam leis estritas que os conectassem. A nova ideia sugeria que algumas características mentais seriam, de alguma forma, dependentes ou “supervenientes” a características físicas. Isso significa que, se houvesse alguma modificação no estado físico, ocorreria alteração correspondente no estado mental e vice-versa. Seria um tipo de dependência entre níveis, de grupos de propriedades. O conceito de superveniência parecia salvar o materialismo e ao mesmo tempo evitar um reducionismo forte (Davidson, 1970; Kim, 1992). Mostrava-se compatível com as ideias do funcionalismo (estados mentais correspondendo a estados funcionais, independentes das estruturas) (Putnam, 1973; Fodor, 1974) e com o conceito de emergência (sistemas complexos acarretando propriedades novas, por interação das

partes) (Broad, 1925; Horgan, 1993). Foram os funcionalistas que se apropriaram mais enfaticamente da concepção, arcando também com o ônus das críticas (Block, 1978).

Entretanto, a impressão geral é a de que o materialismo não para de ganhar terreno. A maioria dos cientistas e filósofos contemporâneos considera os estados mentais e cerebrais como, pelo menos, correlacionados entre si. Muitos os consideram idênticos, assumindo o reducionismo. Há quem pense que são os termos da psicologia que nos confundem. Se a eliminássemos, não precisaríamos sequer reduzir qualquer coisa, já que a linguagem da neurociência seria suficiente e única (Churchland, 1981).

Um dos conceitos que se tornou mais útil ao estudo da consciência foi o de “propriedade emergente”. Trata-se da noção de que qualidades novas surgem em sistemas complexos. São conseqüentes à própria organização destes sistemas, podendo ser devidas à interação de suas partes ou de suas propriedades. Portanto, não poderemos compreender tais sistemas simplesmente observando suas partes. Deveremos considerar os componentes e o todo, observando ainda a organização e suas leis. Precisaremos então ter um olho holista e outro reducionista. Todo sistema global produz propriedades emergentes: o átomo, a molécula, a célula, o indivíduo, a sociedade, o planeta, a galáxia (Morin E. , O método 1, 2005). Muitos filósofos e cientistas de hoje consideram a consciência como uma propriedade emergente.

É assim a filosofia da mente. A cada hipótese apresentada, surgem as contestações. Isso transformou o estudo desta matéria em areia movediça, onde a capacidade para lidar com ambiguidades tornou-se qualidade indispensável. Nem por isso o assunto deixou de encantar os filósofos. Eles têm revisto e adaptado muitas das propostas clássicas, mas têm também contribuído com inovações. David Chalmers publicou amplo retrospecto dos artigos mais relevantes da filosofia da mente (Chalmers, 2002). No Brasil, João de Fernandes Teixeira fez interessante introdução ao tema (Teixeira, 2000).

A consciência de outra pessoa

É possível ensinar o teorema de Pitágoras a um cachorro? Como a resposta é não em qualquer circunstância, segue-se que cada espécie animal tem suas limitações. Como os cães têm as deles, devemos reconhecer as nossas (Mc Ginn, 1989). É bem provável que os cétricos gostem deste argumento (Gazzaniga, 2002).

O ceticismo atual fica de olho nos nossos limites, mas não radicaliza a ponto de considerar impossível a busca da verdade. Sua atitude se restringe a exame crítico sobre como se obtém o conhecimento ou a noção de verdade. A atitude de dúvida é mantida, mas o seu escopo fica limitado a teses específicas. Não se abre mão de critérios de validação ou falsificação como base da busca do conhecimento. Assim, os céticos de hoje deixaram de ser niilistas e se tornaram parceiros na busca do conhecimento.

Entretanto, há questões nas quais a divergência conceitual é tão grande que desperta mesmo tendências ao ceticismo radical. Já vimos que este é o caso do estudo da consciência, cuja complexidade fez com que muitos o considerassem uma missão impossível.

Grande parte das dificuldades deve-se à maciça preponderância dos estudos com ênfase no fenômeno. Estes trabalhos se reportam às observações subjetivas, de primeira pessoa. “Eu” estudo a “minha” consciência, “eu” a observo, “eu” a contemplo. Desde os primórdios da civilização foi este o caminho na cultura popular, nas crenças mitológicas e ainda na literatura.

Assim, o estilo preponderante foi determinado pelos métodos subjetivos, embasados em observações privadas. A contemplação imperava entre os filósofos. A introspecção predominava nos psicólogos. Compreende-se assim o surgimento dessa diversidade de concepções e o aparecimento de incompatibilidades ou contradições entre as escolas. Parecia impossível encontrar a trilha certa. Tornou-se essencial procurar outra opção.

A alternativa natural foi utilizar radicalmente o método científico e apoiar-se essencialmente na noção de observação, de experimentação, de evidência. Assim as especulações ficariam restritas, mostrando um caminho mais estreito, mais reto. Acontece que as evidências da ciência são essencialmente empíricas; no caso da consciência, deveriam ser obtidas a partir de observações feitas em outra pessoa (a que está vivenciando o fenômeno consciente). Daí surge a questão: Como observar o fenômeno do outro? Afinal, a mente dele é só dele. É ou não possível avaliar a consciência de outra pessoa?

Se estivermos perguntando sobre uma observação direta do fenômeno do outro, a resposta é não. Se quisermos prosseguir, deveremos utilizar métodos indiretos. Mas a ciência progride assim mesmo. Nunca um buraco negro foi visto diretamente. Sabemos de sua existência pelos efeitos que ele causa nos corpos celestes vizinhos, incluindo a luz. É necessária, portanto, outra saída.

O fato de a ciência procurar sempre a objetividade não impede que a subjetividade possa ser investigada. São domínios diferentes. Pode-se ter conhecimento no domínio epistemológico de fatos que são subjetivos no domínio ontológico. Assim, a dor pode ser estudada como sensação subjetiva (observação privada, de uma única pessoa) ou pode ser objetivamente estudada como disparos de neurônios, das fibras C (experimentação, observação pública) (Searle, 1998).

Podemos começar a avaliar a consciência em outra pessoa pelo estudo de suas manifestações externas, como a constatação de que esta pessoa esteja acordada, movimentando-se. Podemos captar suas expressões faciais e corporais. Elas sugerem atenção, traduzem emoções e, portanto, significam estados conscientes. É possível examinar também o comportamento, as atitudes e a fala. Aí a tarefa passa a ser questionar a compatibilidade destas observações com os estados fenomênicos relatados pela pessoa observada.

É claro que devemos considerar que tais relatos são imprecisos, parciais e dependentes do contexto dessa pessoa. Desde que ponderadas, essas imprecisões não desqualificam a abordagem. Podem até nos mostrar como é “ser esta pessoa”, nos termos da própria pessoa.

Por fim, é possível tomar por comparação os estados internos e manifestações do próprio observador e reconferir todo o processo.

Mesmo que os fenômenos conscientes qualitativos (*qualia*) experimentados por duas pessoas não sejam idênticos (afinal, a construção de uma sensação depende da genética e da experiência de cada um), é possível compartilhar semelhanças e diferenças entre os perceptos. A repetição das experiências, a variação dos observadores e a análise estatística podem reduzir as distorções e tendências, trazendo, enfim, informações confiáveis sobre o que vem a ser a consciência dos outros (Churchland, 1998; Damásio, 2000).

Outra estratégia importantíssima na avaliação da consciência normal e patológica se baseia no uso de casos clínicos. São aqueles relatos de doenças nos quais alterações no estado de consciência se correlacionam com doenças do cérebro. Há mais de um século são traçadas correspondências de achados de cirurgia ou necropsia com alterações mentais previamente observadas pelo neurologista ou psiquiatra. Assim se detectaram as estruturas cerebrais cuja lesão apagava a consciência e outras que só a afetavam parcialmente. Entre estas se situam lesões causadoras de síndromes clínicas muito curiosas, que nos encaminham para a compreensão do nosso intrincado

quebra-cabeça. E não apenas as lesões cerebrais foram incriminadas. Alterações a distância também afetavam a consciência, como as que comprometiam os sistemas circulatório, respiratório, renal, hepático, endócrino e outros. Em última análise, verificou-se que os transtornos da consciência se deviam a inadequações do suprimento metabólico cerebral, de qualquer natureza. Isso inclui intoxicações externas, como álcool ou drogas.

As observações feitas em animais permitiram também um salto na compreensão do sistema nervoso. Mesmo que exijam cautela ao serem utilizados para compreender o comportamento humano, os padrões observados em animais apontam caminhos a seguir e a evitar. Em alguns níveis de estudo (como o bioquímico), os mecanismos descritos em diferentes espécies são de uma semelhança enorme. Os estudos feitos na lesminha *Aplysia*, por exemplo, trouxeram uma revolução nos conhecimentos sobre a memória, inclusive a nossa (Kandell, Schwartz & Jessell, 1997).

Observações comportamentais foram catalogadas em insetos, aves ou em ratos treinados, antes e depois de modificações genéticas ou cirúrgicas de seus sistemas nervosos, trazendo para nós indícios fisiológicos e anatômicos.

As experiências controladas feitas com mamíferos superiores e primatas têm sido especialmente valiosas, já que o cérebro e comportamento destes animais se assemelham muito mais ao humano.

Os etologistas ficaram longe dos laboratórios, optando por observar pacientemente o comportamento animal espontâneo, em seus *habitats* naturais. Os estudos feitos em macacos, gorilas e, especialmente, em chimpanzés e bonobos mostraram uma inacreditável sofisticação destes animais no trato de situações relativas ao grupo. Estes nossos parentes têm capacidade de analisar situações e de variar suas respostas com a perspicácia de causar inveja a muitos malandros por aí.

A anatomia microscópica também evoluiu. Preparações anatômicas puderam distinguir diferentes arquiteturas celulares em diversas áreas cerebrais. Corantes e isótopos permitiram delinear as vias e tratos nervosos. Os registros elétricos da atividade neuronal determinaram áreas funcionais, que puderam ser comparadas com as regiões anatômicas. Numerosas vias e circuitos neuronais foram demonstrados pelos neuroanatomistas. Destes trabalhos surgiram diagramas dos complexos mecanismos encefálicos. A identificação dos diversos sis-

temas perceptivos, do sistema sono e vigília, dos circuitos de atenção, da memória e da emoção e tantos outros possibilitou a formulação das primeiras hipóteses correlacionando cérebro e consciência.

Os psicólogos cognitivos seguiram outro caminho. Eles passaram a considerar o estudo da atividade mental como um problema de processamento de informações. Para isso, têm utilizado experimentos de comportamento humano e animal, controlados em laboratório, de onde fazem medições, colhem dados, formulam hipóteses e as testam. Mais recentemente a computação permitiu simulações de diversos sistemas: receptivos, intermediários ou executores. Os sistemas mais modernos analisam os sinais de entrada, interpretam possíveis causas e geram respostas. As redes neurais, por exemplo, representam populações de elementos que podem se combinar de diferentes maneiras. Mudando a força das suas conexões, pode ser criado um princípio biologicamente plausível. Estes cientistas conceberam diversos modelos, baseados em observação ou simulação, para explicar os diversos mecanismos cognitivos humanos. Todas estas alternativas são indiretas, artificiais, mas a soma delas tem trazido um corpo de informação considerável. No fim das contas, elas, além de contribuírem para um fim específico, acabam por ser consideradas como instrumentos de prospecção e avaliação do sistema nervoso, permitindo a caminhada da ciência (Sternberg, 2000; Gardner, 1987).

Nas últimas décadas, houve explosão de conhecimentos da química e física cerebral, trazendo muita informação sobre as estruturas e funções nervosas. Diferenciaram-se os tipos de sinapses e seus mecanismos de ação. Identificou-se número enorme de neurotransmissores, neuromoduladores e neuroreceptores (os agentes químicos que atuam nas sinapses, possibilitando a transmissão do impulso nervoso). Isolaram-se circuitos que excitam, uns que inibem e outros que exercem influência nos primeiros. Estes sistemas têm capacidade incrível de interação, influem nos vizinhos e nos distantes e ainda recebem informação de volta, em *feedback*. Qualquer grupinho de neurônios já é capaz de integrar as condições do contexto.

Cada descoberta costuma definir nova população de neurônios atuando conjuntamente, construindo vias, circuitos, redes ou participando de um sistema. Isso nos permitiu reavaliar nossos conceitos sobre as diversas funções mentais humanas, desde sensações simples até percepções complexas, de emoções a memórias, de reflexos a comportamento voluntário, de processos inconscientes aos complexos mecanismos conscientes.

Finalmente lembramos aqui os exames feitos no ser humano vivo, especialmente os traçados gráficos e a neuroimagem. A eletroencefalografia deu a partida dos estudos *in vivo*, no início do século XX, permitindo a avaliação dos ritmos elétricos cerebrais. Eles podem, por exemplo, definir claramente o estágio de vigília ou sono de uma pessoa, caracterizando assim certo estado de consciência. Dados gráficos como este permitem, por exemplo, que o anestesiológico esteja seguro de que determinado paciente está inconsciente, autorizando o prosseguimento da cirurgia.

Durante muitas décadas, tentou-se explorar a imagem do cérebro com raios X, ultrassom e medicina nuclear. Aprendeu-se muito, mas os métodos que realmente revolucionaram o diagnóstico neurológico foram a tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética (RM). Tais exames possibilitaram a reconstrução digital de imagens, nos mostrando verdadeiros retratos do cérebro. E o melhor é que são exames não invasivos, feitos com o paciente acordado e apresentando resultado imediato. Eles permitiram grande avanço na compreensão dos mecanismos cerebrais e colecionaram incontáveis exemplos de imagens de lesões cerebrais correlacionadas com seus quadros clínicos. Acidentes vasculares cerebrais ou traumas de crânio puderam ter suas consequências registradas em avaliações neuropsicológicas e suas causas evidenciadas pelos exames de imagem.

A evolução destes equipamentos permitiu ainda mais. Os novos tomógrafos de emissão positrônica (PET) e a ressonância magnética funcional (RMf) possibilitaram ressaltar a imagem da área do cérebro que está “acesa” no momento exato em que o voluntário exerce algum tipo específico de atividade mental. Acontece que os neurônios ativos consomem mais oxigênio e açúcar do que os que estão em repouso, e estes equipamentos conseguem diferenciar as alterações metabólicas ou circulatórias exigidas naquele momento. Saliendam assim a região cerebral necessária para a função que está sendo exercida. Esses equipamentos têm sido considerados como a grande oportunidade de observar função e localização, em tempo real. Alguns algoritmos recentes permitem a um computador deduzir, apenas pela característica das imagens cerebrais captadas por uma RMf, quais são os objetos focados pelo olhar do sujeito. É quase uma observação direta do fenômeno (Miyawaki, *et al.*, 2008). É a visualização da anatomia correlacionada à fisiologia, da área cerebral à função cognitiva, do corpo à mente.

Os psicólogos cognitivos e os neurocientistas lidam com os mesmos temas principais (funcionamento da mente e do cérebro), mas o

fazem com ótica diferente, utilizando linguajar diverso. Quando os primeiros dizem, por exemplo, que determinados elementos funcionam “em paralelo”, os últimos relatam grupos de neurônios atuando em conjunto. Quando um grupo faz uma descoberta significativa, pode ser um desafio para o outro torná-la compatível (ou não) com seus princípios.

É. Já podemos estudar a consciência de outra pessoa. Isto é muito diferente daqueles ensaios de introspecção, baseados apenas na descrição do fenômeno consciente.

O método empírico é realmente especial. Ao se compilarem as observações realizadas com rigor científico, os achados podem até não ser conclusivos, mas dificilmente são incompatíveis ou contraditórios. São simplesmente achados, neutros. O trabalho passa a ser selecioná-los, preencher lacunas, verificar as compatibilidades e criticar os inconformismos. Depois, aí sim, é só comparar com o fenômeno. Torna-se assim viável a criação de hipóteses concretas, passíveis de verificação ou falsificação. Esta é a inversão de rumo que pode viabilizar o entendimento da consciência.

Será feita aqui uma revisão de algumas das principais linhas de investigação na biologia da consciência. O objetivo é um só: correlacionar estruturas e mecanismos do sistema nervoso com o fenômeno consciente. Tentaremos acompanhar alguns autores na tarefa de selecionar na atividade cerebral as condições necessárias (se há efeito, então há causa) e, principalmente, as condições suficientes (mais rigorosas: se há causa, então há efeito) para a produção do fenômeno consciente (Norris, 2007). Serão utilizados principalmente os trabalhos de observação ou experimentação. Estaremos envolvidos, portanto, com o método empírico, com o rigor científico.

Estas observações abrangerão morfologia e função, alternadamente. Saltaremos do olho nu para o microscópio, avaliaremos concepções psicológicas à luz de registros elétricos de neurônios, veremos imagens de áreas cerebrais se acenderem na hora em que voluntários cumprirem determinada tarefa mental. Tentaremos identificar em seres mais primitivos qual função mais rudimentar teve sucesso adaptativo e mostrou relação com a consciência. Cada uma destas funções poderia ser considerada precursora dos complexos estados fenomênicos humanos. Faremos viagens do simples ao complexo, de sistemas caóticos aos ordenados, das bactérias aos primatas.

Podemos começar avaliando algo que faz o corpo funcionar mesmo sem a presença da consciência. São os processos inconscientes. Recordaremos até onde vai a atividade cerebral inconsciente. Tentaremos, a partir disso, verificar como a consciência pode significar alguma vantagem.



CAPÍTULO 5 DAS TREVAS À LUZ

“A consciência é a ponta de um iceberg.”
(Sigmund Freud, neurologista austríaco)

“A consciência é a mera superfície de nossa mente, da qual, como da terra, não conhecemos o interior, mas apenas a crosta.”
(Schopenhauer, filósofo alemão)

O inconsciente em Freud

Até o século XIX sempre se entendeu atividade mental como sinônimo de fenômeno consciente. Mente era consciência.

No final daquele século já se evidenciava a impossibilidade de se explicar o psiquismo humano unicamente a partir dessas premissas.

Leibniz já antevira que “há milhares de indicações que nos levam a pensar que em todos os momentos há incontáveis ‘percepções’ em nós, mas sem ‘apercepção’ e sem reflexão” (Leibniz, 1764).

Desenvolvendo esta tendência, a filosofia alemã se opôs claramente ao racionalismo cartesiano, formulando a noção da existência de um lado desconhecido da alma humana. Schopenhauer construiu o conceito de “vontade” como a grande motivadora do comportamento, predominando sobre o intelecto: “A vontade, como ‘coisa-em-si’, constitui a essência íntima, verdadeira e indestrutível do homem. Todavia, em si mesma, é destituída de consciência, pois a consciência é condicionada pelo intelecto, e este é um mero acidente do nosso ser” (Schopenhauer, 1819).

Nietzsche defendeu que a atividade mental inconsciente é antiga e que o intelecto foi uma aquisição posterior, que surgiu por uma necessidade evolutiva. Utilizou argumentos que seriam depois muito usados na psicanálise: “Poderíamos, com efeito, pensar, sentir, querer, recordar-nos, poderíamos igualmente agir em todo sentido da palavra e, a despeito disso, não seria preciso que isso nos entrasse na consciência” (Nietzsche, 1882).

Na medicina, a observação de casos clínicos e a experiência adquirida com a hipnose levaram ao desenvolvimento de conceitos inéditos

tos, chamados de “reminiscências”, “dissociações de personalidade” e finalmente “ações subscientes”. A ciência aproximou-se da noção de inconsciente, aguardando uma tese que fosse além das observações clínicas.

Foi a partir de Freud que a consciência perdeu a posição privilegiada que ocupava na história filosófica e teológica, reduzindo-se a uma faixa mais restrita dos processos psíquicos. O inconsciente e a força dos desejos deixaram de ser entidades estranhas e de menor importância, passando a serem estudados e valorizados.

Freud apreciou o impacto de sua teoria incluindo-a entre os três golpes “narcísicos” sofridos pela humanidade: o primeiro fora aplicado por Copérnico, ao demonstrar que a Terra não é o centro do Universo; Darwin trouxera o segundo, ao nos considerar um mero ponto na árvore genealógica animal. A psicanálise significou o terceiro golpe, ao sugerir que o homem não é dono nem mesmo dos próprios pensamentos e sentimentos.

O filósofo francês Michel Foucault salientou que “a grande originalidade de Freud não foi a descoberta da sexualidade sob a neurose. O forte da psicanálise é ter desembocado em algo totalmente diferente, que é a lógica do inconsciente” (Foucault, 1961).

O desenvolvimento do conceito do “inconsciente” freudiano se apoiou nas investigações médicas sobre a histeria, especialmente as de Charcot e de Bernheim. O surgimento da psicanálise se deu na solução das abordagens relativas à gênese dos sintomas histéricos e à hipnose utilizada em seu tratamento. A abordagem de Charcot considerava os sintomas histéricos como efeito de processos neurológicos inconscientes. Estes seriam modificações fisiológicas do sistema nervoso que ocorreriam sem a participação da consciência. Por outro lado, Bernheim os via como efeito de processos psicológicos conscientes, como se devido a uma sugestão. Freud optou por terceira alternativa: os sintomas histéricos se originam de processos psicológicos inconscientes (Freud, 1888).

Sigmund Freud não desenvolveu seu conceito de inconsciente somente a partir da experiência clínica. Observou que a explicação para os fenômenos hipnóticos encontra-se em um tipo de psiquismo que funcione em vários planos. Somente um deles pode estar consciente. Mostrou que alguns destes conteúdos psíquicos são comprovadamente responsáveis pelos sintomas histéricos, justamente os que haviam sido reprimidos, tornando-se inacessíveis ao consciente. Deixou clara a

noção de repressão e, com ela, a divisão funcional da mente, na qual a unidade do eu se mostra apenas aparente. A repressão tornou-se a base da evolução de toda sua teoria e de seu método terapêutico. O nome genérico que utilizou para esses eventos mentais reprimidos e responsáveis pelos sintomas foi “o inconsciente” (Freud & Breuer, 1895).

Posteriormente, Freud verificou que a noção não se restringia a estados patológicos, mas que poderia ser constatada em qualquer pessoa, sob a forma de sonhos ou atos falhos. Postulou então a existência de “lugares” psíquicos separados: um para o consciente e outro para o inconsciente, definindo ainda um pré-consciente, intermediário. Construiu assim a noção tópica de um aparelho psíquico inconsciente e nele passou a utilizar as mesmas figuras habituais da psicologia comum, tais como satisfação de desejos, emoções e representações reprimidas (Freud, 1899).

Evoluindo mais, negou que o reprimido seja suprimido ou permaneça latente, mas que continua a viver, a tentar emergir. Apresentou assim uma proposta de funcionamento “dinâmico” do inconsciente, caracterizando-o como produto de conteúdos recalçados, cujo acesso ao pré-consciente fora até então negado. Os conflitos se submetem às regras dessa dinâmica de defesas e censuras. O consciente só pode ser alcançado após a superação de resistências. Se esse equilíbrio é rompido, surgem as neuroses.

Neste momento já estava clara em Freud a primazia dos mecanismos inconscientes sobre os conscientes. Não se tratava mais de caracterizar o inconsciente como simples produto de uma repressão a partir de um eu dominante, mas de um inconsciente primordial, decisivo inclusive para a criação do eu.

Jean Paul Sartre rejeitou a ideia de inconsciente e considerou todo fenômeno mental como consciente. Posicionou-se contra o determinismo psíquico exigido pela teoria freudiana e defendeu a posição de que todos os aspectos da vida mental são intencionais e sujeitos à responsabilidade do indivíduo. Criticou o mecanismo da repressão controlado por uma instância dentro da mente que distingue entre o que deve ser reprimido e o que pode permanecer consciente. Não via consistência em um sistema que deveria “estar a par da ideia reprimida para não estar a par dela”. Repudiou, assim, a utilização do inconsciente para justificar o comportamento. Propôs uma “psicanálise existencial”, que não se envolva com as causas do comportamento, mas que procure o seu sentido (Sartre, 1943).

Freud desqualificou a posição de Sartre e de outros filósofos seguidores da objeção “consciencialista”, que viam contradição entre psiquismo e inconsciente, culpando-os de opor palavras a fatos. Reafirmou a existência de algo que tem a característica do psíquico e que é inconsciente e, se houver contradição, isto não impede o inconsciente de existir. Sugeriu que os filósofos acomodassem sua teoria às coisas e não o contrário (Laplanche, 1999).

As ideias de Freud continuaram a ser contestadas. Após os filósofos, vieram os próprios psicanalistas, que se dividiram em várias escolas, lideradas por Jung, Adler, Melanie Klein e outros. Surgiram releituras de sua obra, como a de Jacques Lacan, que procurou voltar às origens, mas introduziu sua visão, ao relacionar a estrutura do inconsciente à linguagem. As críticas mais duras vieram de outros psicólogos, como os behavioristas e, finalmente, os da escola cognitivista. A influência de Freud tem caído desde as últimas décadas do século XX.

O legado principal de Freud foi chamar atenção sobre a importância do “inconsciente” na gênese de nosso comportamento normal e patológico. Ele criou a psicanálise e mostrou que seu intento era não só tratar os distúrbios psíquicos de seus pacientes, mas também formular uma teoria sobre a mente (Freud, 1899). A teoria freudiana pode ter pontos controversos, mas a importância dada aos processos mentais inconscientes, não. Hoje todos concordam com a conhecida metáfora de que a consciência é apenas a ponta do iceberg e que a maioria dos processos mentais encontra-se mesmo abaixo do nível da água.

O inconsciente cognitivo

Todos nós, seres humanos, temos consciência do que vivenciamos, do que fazemos, do que pensamos e mesmo de nossa própria consciência. Entretanto, sabemos que muita coisa acontece conosco sem que tomemos conhecimento. Para começar, não somos conscientes dos mecanismos pelos quais funcionam nosso corpo e suas células. Estes mecanismos já haviam impressionado os fisiologistas, pelo seu sucesso na realização dos procedimentos básicos do corpo, aqueles indispensáveis à vida. Depois ficou provado que os mecanismos inconscientes não se restringiam a estes processos corporais básicos. Psicólogos descreveram sua eficácia até mesmo na execução de muitos dos nossos comportamentos sofisticados.

A maioria dos mecanismos orgânicos ocorre mesmo de maneira inconsciente. Assim acontece com a atividade de todas as vísceras e

glândulas, que nada nos noticiam de seu funcionamento normal. Se você estiver consciente de alguma ocorrência em seu fígado ou em seu pâncreas, é porque algo está errado com estes órgãos.

Mesmo quando há desvios ou disfunções nos organismos, há mecanismos que os corrigem automaticamente. São os processos homeostáticos. Geralmente eles ajustam qualquer inconsistência em nosso corpo, sem que tenhamos notícia do seu feito. Outras vezes podemos até perceber, mas só o resultado final da atividade. Assim é com o estancamento de uma hemorragia pela coagulação ou com os tremores de frio, desencadeados no corpo para aumentar o calor interno. Outros processos começam inconscientemente, mas acabam por alertar a consciência de que algo não vai bem e apontar para alguma ação corretiva. É assim com a fome, a sede ou o sono, que nos impulsionam para a correção de carências de alimentos, água ou repouso.

Algumas funções orgânicas possuem sofisticados mecanismos de memória e reconhecimento, todos totalmente inconscientes. É como acontece com o sistema imunológico. Ele identifica os nossos inimigos microscópicos com grande precisão e os combate, silenciosamente.

A memória genética também é inconsciente, sendo capaz de determinar a síntese das proteínas que nossas células necessitam durante toda a nossa vida. Pode ainda transmitir sutilezas de nossas características à próxima geração. Tudo isso ocorre sem que tenhamos qualquer noção ou conhecimento da atividade.

Nada disso é novidade. Todos já ouvimos falar deste funcionamento corporal inconsciente. O que costumamos não saber é que muitas das nossas funções mais “elevadas”, como as mentais, têm também excelente desempenho inconsciente.

Assim se observa, por exemplo, nas sensações. Todos percebemos bem as nossas sensações, sejam elas táteis, dolorosas, visuais, auditivas ou olfatórias. Somos capazes de descrever cada uma delas e temos a impressão de que sabemos tudo sobre o sistema sensorial. Entretanto, há processos complexos que estão aí funcionando sem que tenhamos o menor conhecimento. Um bom exemplo é a informação sensitiva da posição de nossas articulações e do grau de contração de nossos músculos. É a chamada propriocepção, importantíssima para termos noção da posição dos membros em cada um dos nossos passos, antes e durante a realização do movimento. É este sentido que nos dá a medida exata do movimento, impedindo que o passo seja muito longo ou curto. É ele que nos indica a correção que deve ser

feita, por exemplo, em caso de um tropeção. Sem esta faculdade, não poderíamos correr, saltar, dançar ou mesmo andar com desenvoltura. Quando inventarem um sistema tão sofisticado como este para os robôs, talvez eles deixem de andar daquela maneira tão desajeitada.

Da mesma forma ignoramos as informações da posição espacial da cabeça, aquelas que nos trazem a sensação de equilíbrio. É o sistema vestibular, que inclui os labirintos, seus nervos e núcleos. Quando disfuncional, provoca muita tontura e desequilíbrio, na condição popularmente conhecida como labirintite. Sem as informações proprioceptivas e vestibulares, precisaríamos conferir a cada instante onde está o nosso braço, nosso pé, nossa cabeça, nosso corpo. Precisaríamos do auxílio de outro sistema sensorial, como a visão, para podermos nos posicionar.

Agora pare de ler por alguns instantes e procure ouvir os sons do ambiente. Descobriu algum ruído que não estava percebendo? Onde estava há segundos? É claro que já estava aí mesmo, mas simplesmente não atingia sua percepção consciente. Este é um processo bem descrito, conhecido como habituação. Por meio dele deixamos de perceber determinados estímulos menos importantes, como os contínuos ou os muito frequentes. Deixamos de percebê-los a despeito de sua permanência. É como um ruído de geladeira que não ouvimos até nos concentrarmos nele. É assim também com a sensação tátil do contato com a roupa que vestimos ou com a cadeira onde sentamos. Eles só podem ser percebidos quando a eles dirigimos a atenção. A habituação é mecanismo protetor, que evita o excesso de informação. É exemplo daquelas sensações que descreveríamos como conscientes, mas que contêm muito de submerso.

Eventos repetitivos tendem a se extinguir na consciência. Parece haver relação entre redundância e pouco acesso à consciência. Da mesma forma, há relação entre estímulos novos ou importantes e a facilitação do acesso. Do que um indivíduo (ou animal) mais necessita é lidar bem com a novidade, em um mundo que está sempre se transformando. Ele pode se distrair ou se espreguiçar se as coisas estiverem quietas, mas deve reagir rapidamente a qualquer movimento ou som diferentes. Pode tratar-se de ameaça ou oportunidade; pode ser um predador ou uma presa.

Os estímulos secundários em nosso campo visual (situados periféricamente à nossa visão central) e os sons de fundo (o rádio ligado enquanto você está lendo) não são construtos conscientes vívidos, mas

está provado que não são inexistentes. Flutuam imperceptivelmente e podem influir em nosso pensamento ou ação naquele momento ou mais tarde (MacKay, 1973).

Outro exemplo de estímulo marginal são os subliminares, aqueles rápidos demais para serem percebidos, mas que deixam sua marca em algum cantinho de nossa mente (não tão grande como inicialmente se pensou). Produzem efeito conhecido como *priming* (ativação propagada), quando alguns circuitos responderão mais facilmente a estímulos que tenham qualquer tipo de relação com estímulos prévios.

Todos estes processos são descritos em qualquer das sensações (visão, audição, tato etc.). Os mecanismos que os tiram da consciência têm por função facilitar a concentração do indivíduo no objeto principal da cena, deixando os secundários na penumbra (Sternberg, 2000).

Pense agora em um hipopótamo. Podemos imaginar que você se lembrou daquela figura preta e gorda, abrindo a boca dentro de um rio. Onde estava esta figura um instante antes? Onde se escondia em sua mente? Trata-se da memória latente, que mantém em caprichosos circuitos inconscientes a maioria das informações que acumulamos durante a vida. Quando desnecessárias, ficam hibernadas, silenciosas. Se precisarmos, a memória é evocada e os circuitos são reativados, emergindo a imagem consciente do hipopótamo.

E não são só as sensações e memórias que podem funcionar no modo inconsciente. Mesmo os movimentos podem se processar de forma despercebida. Sabemos que há movimentos internos realmente inconscientes, como os do coração ou do intestino (podemos até escutá-los, mas geralmente não os sentimos). O que talvez não tenhamos percebido é que até mesmo movimentos voluntários, da chamada musculatura esquelética, que, ordinariamente, são conscientes, podem não o ser. Isso se vê, por exemplo, nos movimentos reflexos, como o pulo ou a rápida fuga que ocorrem após um susto. Só os percebemos depois de completados.

Acontece também nos movimentos automatizados, como andar de bicicleta ou amarrar sapatos. Depois de aprendidos, eles ocorrem sem a participação do pensamento, com a utilização da chamada memória implícita. A maioria de nós já passou pela experiência de ter dirigido um carro por certo percurso sem ter tido percepção alguma das mui-tíssimas pisadas nos pedais do freio, embreagem e acelerador, das tantas vezes em que deu sinal de luz, das quantas esquinas em que virou ou dos quantos sinais nos quais parou, até chegar ao destino.

São movimentos complexos, procedimentos sofisticados. Eles são realizados com sucesso a despeito de a atenção estar totalmente dirigida a outro foco, como a conversas com o carona, a notícias no rádio ou mesmo a pensamentos longínquos, imagens, lembranças.

Os exemplos são muitos. Quase todo tipo de atividade pode ser bem executado de maneira inconsciente, mesmo em organismos conscientes como nós. Vimos como isto ocorre nas funções orgânicas, nas sensações, na memória e nos movimentos. Veremos finalmente como podem ocorrer nas emoções, na linguagem e no funcionamento cerebral.

O processamento emocional já foi vinculado a diversas regiões encefálicas. A teoria de Cannon e Bard sugeria que as reações emocionais ocorriam no hipotálamo, região profunda que também é responsável por processos metabólicos e autonômicos. Paul Mac Lean reuniu várias estruturas da face medial do encéfalo, todas envolvidas com o processamento das emoções, e denominou o conjunto sistema límbico, nome que definitivamente pegou. Mais recentemente Joseph LeDoux comprovou a relação de um núcleo chamado amígdala, situado no lobo temporal, com o processamento da reação do medo, consolidando sua importância na anatomia da emoção (LeDoux, 1998).

Independentemente destes detalhes, sabe-se que o processamento emocional inconsciente ocorre paralelamente ao consciente. O processo inconsciente é sempre mais rápido, trazendo vantagens de adaptação ao meio. Vincula um valor ao contexto, propiciando a tomada de decisões, como aproximação ou afastamento. Esta atribuição de valor inconsciente pode ter vantagens sobre o consciente, permitindo comportamento ágil.

O neurocientista português António Damásio demonstrou o papel modulatório (principalmente de inibição) do córtex da região pré-frontal sobre a amígdala, integrando as manifestações emocionais conscientes e inconscientes. Como a mielinização dessas conexões só ocorre tardiamente, fica claro por que na criança a influência emocional sobre o comportamento é mais marcante. A velocidade de condução nas vias que vão da amígdala para o córtex é maior do que as vias de sentido inverso, o que pode ser mais um indício da primazia do processamento emocional inconsciente (Damásio, 1998).

E a linguagem? Podemos falar algo que não venha da consciência? Desde a década de cinquenta, sabe-se que mesmo uma argumentação verbal pode ter sua construção desencadeada por mecanismos inconscientes. O neurocirurgião canadense Wilder Penfield realizou uma

série de experimentos de estimulação cerebral direta em pacientes epiléticos operados sob anestesia local. Quando ele estimulava, por exemplo, a área motora, se produzia uma contração de grupo muscular e um movimento específico. O paciente, surpreso, tentava explicar aquele movimento automático como se fosse voluntário, voltado para alguma coisa do ambiente, do contexto. Tendia sempre a atribuir o movimento a qualquer propósito justificável, caracterizando um tipo de racionalização (Penfield & Jasper, 1954), hoje mais conhecido como confabulação. Rodrigues Delgado confirmou os achados, ao implantar eletrodos no cérebro humano e observar sua reação. Em um dos pacientes estimulou a cápsula interna e obteve como resultado uma torção da cabeça e deslocamento lento do corpo para um lado. Repetiu esta estimulação seis vezes em dois dias e obteve sempre a mesma resposta. A cada vez o paciente racionalizava o movimento, com um “eu procurava meu sapato”, “escutei um ruído” ou “me sentia inquieto”. Disso se deduz a necessidade de dar sentido e explicações a estímulos ou atos. Mesmo que estas justificativas não sejam corretas, o paciente fica convencido de sua veracidade (Rodrigues Delgado, 1969).

Além de todos esses exemplos, o processamento “computacional” cerebral é também inconsciente. Áreas cerebrais específicas recebem trechos rudimentares de um estímulo, como trechos de sua forma, de sua cor ou de seu movimento. Processam estes dados e os levam adiante, até surgir imagem única do objeto. Nenhum dos passos destes processamentos chega ao conhecimento, a não ser o percepto final, integral e unificado (Gazzaniga, 2002).

Resumindo este capítulo, na psicanálise “o inconsciente” é tido como uma entidade. Ele seria uma coisa e não um processo, regido por leis específicas, onde a repressão formaria a base. Um desejo proibido poderia ser reprimido, passando a constituir o inconsciente. Esses desejos reprimidos poderiam originar sintomas neuróticos ou histericos. Pela técnica psicanalítica, procura-se o acesso ao conteúdo do inconsciente observando-se suas manifestações. O sonho é utilizado como a principal via de acesso, mas há também outros, como os atos falhos, os chistes e outros mais. O inconsciente é atuante, agindo ou sendo acionado. Freud nos deixou valiosíssimo legado concernente à importância das motivações inconscientes. Elas podem ser críticas em nossas tomadas de decisão, sejam conscientes ou não. São ainda fundamentais para o comportamento, tanto normal como patológico. Hoje, qualquer clínico com orientação psicodinâmica sabe que o transtorno mental pode ocorrer em função de mecanismos desconhecidos pelo paciente.

Também na ciência cognitiva contemporânea há acordo de que a maioria dos processos mentais é inconsciente. Considera-se, da mesma forma, que a maior parte das reações primitivas ocorre longe da consciência e tem prioridade sobre o nível consciente ou racional. Entretanto, não há conceito de que “o inconsciente” seja uma entidade, ou que ocupe um lugar. A ideia é que determinados processos sejam inconscientes, uma maneira de funcionamento dos neurônios. Inconsciente é um adjetivo e não um substantivo.

Os psicólogos cognitivos já definiram diferenças significativas nas características dos dois processos. O processo inconsciente é rápido, reflexo, específico e menos exigente em recursos mentais. Ali se pode armazenar a maioria dos dados obtidos e se realizar a maior parte das tarefas rotineiras ou já devidamente aprendidas. A consciência, especialmente em suas formas superiores, é muito exigente em recursos e relativamente limitada. Só nos permite dedicar a um tema principal e lidar com alguns poucos itens componentes do mesmo.

No funcionamento mental global, há grande interação entre os processos conscientes e os inconscientes. Aparentemente o estágio inicial de qualquer estímulo acontece fora da consciência. A consciência é um estágio tardio e, provavelmente, opcional. Postula-se que cada neurônio possa se envolver nestes processos e que parte deles estaria apta para fazer emergir uma manifestação consciente.

Há ainda os estados fronteira ou marginais, situados entre os estados conscientes e os inconscientes. Alguns os chamam de estados pré-conscientes (como os subliminares) ou subconscientes (como alterações hipnóticas). Nestes estados de “quase consciência”, experimentamos fenômenos como familiaridade, intuição, pressentimento, estado de “ponta-da-língua” etc. Essas experiências marginais podem sinalizar que há informações inconscientes viáveis, que podem ser recuperadas e trazidas para a consciência. Elas podem representar o contexto da situação (Mangan, 2003; Kihlstrom, 1987).

O que está claro tanto para os psicólogos como para os neurocientistas de hoje é que nem o comportamento pode ser entendido sem levar em conta a experiência consciente e nem a consciência pode ser entendida sem considerar os processos inconscientes (Schrevin & Dickman, 1980).

Comprovamos assim a existência dos mecanismos inconscientes e sua efetiva ação nas sensações, na movimentação, memória, motivação e no corpo em geral. Não é de se perguntar se, já que a inconsciência funciona tão bem, por que então surgiu a consciência?

CAPÍTULO 6 DO ÁTOMO À VIDA

“Somos feitos de poeira das estrelas.”
(Carl Sagan, astrônomo americano)

“Há mais coisas no céu e na terra do que sonha a tua filosofia.”
(William Shakespeare, dramaturgo inglês)

Seleção natural

Darwin nos deixou dois conceitos fundamentais. O primeiro foi o da evolução das espécies, segundo o qual pode haver mudanças das características de uma população (na transição entre gerações) a partir de variações ocorridas em indivíduos desta. O segundo foi o da seleção natural, pelo qual as características que propiciarem melhor adaptação aos indivíduos de uma população tenderão a ficar mais comuns nas gerações seguintes: “A luta constante pela sobrevivência determina a conservação dos desvios de estrutura e de instinto que podem ser vantajosos” (Darwin, 1859).

Hoje sabemos que as características hereditárias traduzem a expressão dos genes, passados de geração para geração pelo processo reprodutivo. Sabemos que mutações nestes genes provocam transformações nas características dos descendentes e que as mudanças que forem vantajosas tendem a se manter. Os portadores destas mudanças bem-sucedidas sobrevivem e transmitem as novas características a seus descendentes. Este processo faz com que as populações mudem ao longo do tempo. Foi isso que ocorreu desde os primórdios da vida no planeta até a grande diversidade existente hoje.

A consciência é uma propriedade que surgiu em determinado momento, a partir de determinada mutação que ocorreu em um indivíduo. A maneira como se manifestou inicialmente deve ter sido simples e seu conteúdo deve ter sido rudimentar. Mas foi suficiente para trazer vantagens para aquele indivíduo, pois ele chegou à idade adulta e transmitiu esta característica a seus descendentes. Não sabemos qual foi a primeira espécie a experimentar o fenômeno consciente.

O fato é que ela chegou e ficou. Os processos conscientes ampliaram as possibilidades do indivíduo e das populações descendentes.

Suas características se notabilizaram por sofisticar as formas de adquirir informação e por aumentar a capacidade de processamento destas. No final das contas, elas diversificaram o arsenal de respostas e facilitaram a interação com o meio. Mostraram-se especialmente úteis em situações complexas, podendo ter sido essenciais em ambientes instáveis. Esta propriedade tão qualitativa apresentou assim função quantitativa, exponencial, multiplicando possibilidades.

Nas contingências rotineiras, a maioria dos estímulos segue a via inconsciente, tendo por consequência alguma resposta estereotipada. Mas se a situação demandar avaliações mais sofisticadas ou sutis, inquições no passado ou ensaios no futuro, críticas ou análises, algo mais deve ser agregado àqueles mecanismos inconscientes. É nessas situações de incerteza que se faz valer essa nova propriedade evolutiva.

A principal vantagem do grupo de indivíduos que se viram dotados de consciência parece então relacionada com a maior flexibilidade de resposta. Em outras palavras, eles tiveram a possibilidade de elaborar um cenário expandido, tendo em vista ações alternativas. Ampliaram-se assim as condições preexistentes, aprimorando-se a capacidade de reconhecer e classificar os estímulos provenientes do meio. Surgiu assim um sistema por onde circularam mais mecanismos associativos, produzindo conceitos e ampliando a capacidade cognitiva. Em última análise, houve melhora na qualidade da resposta e da interação, facilitando a adaptação e aumentando a chance de sobrevivência.

Por meio de um passeio pela história da evolução das espécies, poderemos observar quando surgiram essas características relacionadas com a flexibilidade na interação, desde seus mais primitivos sinais nos seres vivos. Procuraremos seguir sua pista na biologia evolutiva, desde os monocelulares aos vegetais, dos animais primitivos aos humanos. É possível que mesmo bactérias possuam algum tipo de noção da própria individualidade. Constataremos que estas e outras funções podem atingir níveis diferentes de complexidade, mas que são certamente encontradas na maioria dos organismos. Finalmente poderemos presumir que algum tipo de consciência possa existir mesmo em animais tidos como primitivos e que, do outro lado do espectro, algumas espécies mais evoluídas dispõem de experiência consciente muito semelhante à nossa.

É importante observar que o mecanismo de seleção natural não vale só para seres vivos (Morin E. , O método 1, 2005). Não importa se

determinado corpo, for uma pedra, uma molécula, uma estrela ou um animal. Seu destino nas circunstâncias da natureza será determinado pelas suas diversas características ou funções. Dependendo das peculiaridades do corpo ficam definidas suas respostas às variações do meio ambiente e se, a final, ele vai se manter ou se transformar. Esta equação está sujeita, por exemplo, ao estado físico ou à estabilidade de sua composição. Depende também de sua resistência a variações ambientais, como, por exemplo, as de temperatura ou pressão. Nos seres vivos, funções como a resistência, força, rapidez, flexibilidade e capacidade reprodutiva aumentam a oportunidade de sobrevivência de um indivíduo ou de uma população.

Sabemos que a vida nada mais é que um sistema físico ordenado, que luta para se manter assim, a despeito do ambiente desafiante, muitas vezes caótico. Para que os atributos que zelam pela manutenção de cada vida possam ser reconhecidos, precisaremos identificar quais funções propiciam a preservação da ordem em um sistema físico qualquer. Ao fazer este ensaio, nos depararemos com problemas cruciais, como o entendimento de que maneira uma estrutura organizada pode surgir a partir de outras menos ordenadas, ou até com questões ainda mais primordiais, como a maneira pela qual a ordem pôde se formar a partir do caos. De posse destas informações, poderemos tecer o nosso assunto com delicadeza, passo a passo.

Propriedades novas em sistemas complexos

Por mais estranho que pareça, é possível surgir a ordem a partir do caos. Propriedades novas podem acontecer a partir de simples colisões de partículas, desde que determinadas condições de temperatura estejam presentes. Estas propriedades, antes inexistentes, determinam o aparecimento de estruturas novas que, por sua vez, definem condições diferentes para aquele meio. Assim, à medida que a interação dessas estruturas simples promove seu caminho rumo à complexidade, o novo sistema resultante passa a ter características próprias, produzindo propriedades peculiares. Estas chamadas “propriedades emergentes” surgem em circunstâncias especiais ou acidentais e são diferentes daquelas previstas pela soma das partes constituintes ou dos componentes do sistema. É neste tipo de propriedade nova que poderemos descobrir alguns dos maiores segredos dos sistemas físicos e biológicos. Torna-se então um conceito crítico para a compreensão do surgimento da consciência.

O Universo se formou há cerca de 14 bilhões de anos, a Terra há 4,6 bilhões. A vida surgiu “logo depois”, há 3,9 bilhões de anos. Permaneceu unicelular na maior parte do tempo, por longos 3,3 bilhões de anos. Só há 600 milhões de anos surgiram os primeiros animais. É neste período que podem estar os indícios do aparecimento de qualquer rudimento de consciência. Há meros quatro milhões de anos surgiram os primeiros hominídeos, com nível de atividade consciente só um pouco mais complexo do que o dos chimpanzés. Há 100 mil anos nasceram nossos primeiros antepassados, *Homo sapiens*, com as características que ainda preservamos.

Poderemos investigar o surgimento e a evolução da consciência nas pistas deixadas pelos seres vivos primitivos. Observaremos especialmente aquelas espécies que precisaram, para sua sobrevivência, utilizar funções que consideramos típicas da consciência. É importante manter sempre o foco nas propriedades que contribuirão para a capacidade de interagir com o meio. Tomando como exemplo o reconhecimento de padrões, devemos diferenciar a maneira como um ser primitivo reconhece as situações de seu meio da maneira como o faz um ser evoluído. É interessante observar como o desempenho pode se aprimorar à medida que as estruturas dos organismos se especializam.

A nossa primeira questão deve então referir-se a como, a partir do caos, em algum momento surgiu a ordem e, depois, todo o cosmo. Sabemos que o universo primordial era caótico, com partículas movimentando-se desordenadamente. Como surgiram sistemas organizados?

Logo após o *Big-Bang* o calor era imenso e o movimento das partículas intenso e aleatório. Com este movimento desordenado, as colisões ocorriam a cada instante. Depois de alguns milhares de anos a temperatura bem menor possibilitou a redução da energia cinética das partículas. A partir de então, algumas das colisões produziram encontros mais prolongados ou com maior contato, propiciando algum tipo de interação. Aí é que pode ter começado tudo. Surgiram alguma propriedade nova e algum tipo de ordenação.

Interações entre prótons e nêutrons acabaram por gerar uma nova entidade: o núcleo atômico. Este surgiu graças ao aparecimento da força nuclear, uma nova propriedade, até então inexistente. Esta força tem a característica de superar a repulsão mútua entre os prótons, todos com carga positiva. Foi então a peça fundamental, a que transformou pela primeira vez a desordem em um tipo de ordem. Quando

era de se esperar que as colisões só pudessem causar mais desordem, eis que surgiu a ordem.

Pode parecer estranho que, para falar de consciência, precisemos voltar tanto na história. É que para defini-la como propriedade biológica fica mais fácil se entendermos os tais sistemas complexos e apreciarmos exemplos de propriedades emergentes. Perceberemos então que sistemas biológicos nada mais são que sistemas físicos.

O que sucedeu então com este primeiro sistema ordenado, o núcleo atômico? Quais eram as suas chances naquele momento? O que aconteceu foi uma encruzilhada entre duas possibilidades. A primeira seria voltar à desordem, pela vitória das forças de repulsão sobre as de atração. A segunda seria o reforço da ordem, eventualmente com o surgimento de mais propriedades novas.

Na realidade, ocorreram novas propriedades, e a ordem se fortaleceu. Os elétrons passaram a orbitar em torno dos núcleos, em consequência de outra propriedade emergente, que depois chamaríamos de força eletromagnética. Os átomos se aglutinaram em moléculas e para isso necessitaram de novas propriedades: as ligações químicas. Depois se ajuntaram mais, formaram corpos, surgindo a chamada força da gravidade. Deste modo as coisas seguiram, com a interação de elementos gerando novas organizações. A cada ocorrência nestes sistemas complexos emergiam novas propriedades, demonstrando novamente que a força da organização sobrepuja as qualidades individuais dos componentes. Assim, partículas geraram átomos e a seguir astros, daí seres vivos e finalmente sociedades, cada qual com suas propriedades específicas.

Entretanto, nem tudo se move em direção à ordem. Ao contrário, a termodinâmica já demonstrou que a tendência natural do universo é rumo à desordem, em processo bem conhecido, que pode ser até medido, por uma grandeza chamada entropia. O que retarda esta tendência é que há luta contínua de forças, a favor e contra. As prevalentes conduzem mesmo à desordem, mas há as que teimam na direção da organização. São muitas vezes novos exemplos de propriedades emergentes, tais como a força nuclear, eletromagnética, gravitacional etc. Segundo Edgar Morin, “a ordem se desenvolve quando a organização cria seu determinismo e o faz reinar em seu ambiente” (Morin E., *O método 1*, 2005). Permanece aquele sistema que se mantiver organizado. Os outros liberam suas partículas de volta ao caos. É assim com os átomos, com os elementos, com os planetas e com os seres vivos. Cada um deles surge, interage e desaparece. A seleção natural

ocorre em todos os níveis, das partículas às sociedades. Mantém-se o sistema mais adaptado.

De posse destes conceitos, podemos agora especificar um pouco mais o caminho percorrido pelas partículas e átomos até constituir o primeiro ser vivo.

No primeiro bilhão de anos do Universo, os únicos átomos existentes eram os de hidrogênio e hélio. Foi aí que surgiu alguma turbulência nas nuvens atômicas. Estas desigualdades geraram alguma gravidade, que causou mais concentração e mais gravidade, levando a conglomerados de matéria e terminando por formar as primeiras estrelas. No interior dessas quentíssimas estrelas ocorreram condições para a formação de novos átomos, mais pesados. Quando as estrelas explodiam, estes átomos eram espalhados no espaço, para depois se ajuntarem novamente, pela ação da gravidade, formando novas estrelas e outros corpos celestes, como os planetas. Dentre estes átomos pesados surgiu o carbono, cuja forma possibilita atributos especiais, que nos interessam especialmente (Singh, 2005).

Da interação entre os átomos surgiram moléculas, mais ordenadas. Elas caracterizam os elementos conhecidos da natureza, cujas propriedades dependem do tipo de organização dos átomos. De novas interações entre as moléculas surgiram outras moléculas e finalmente as macromoléculas, que apresentaram características muito peculiares. Estas macromoléculas têm sequência atômica e formas espaciais que as transformam em nada menos que portadoras de informações. Cada encadeamento ou cada forma carrega um atributo diferente, que pode caracterizar de fato uma sequência de dados, capaz de modificar outra estrutura. Por sua vez, esta segunda estrutura tem forma ou sequência atômica que a torna preparada para receber as “instruções” da primeira. Esta “mensagem” pode ser então decodificada, por contato simples entre as moléculas. Elas se encontram por difusão, interagem por ligações químicas fracas e aí se faz a leitura da tal informação. Eis aí descrita a função de reconhecimento, em sua forma mais simples. Reconhecimento é a utilização de uma característica física ou química qualquer que funcione como instrução, visando facilitar a adaptação de estruturas físicas a outras estruturas com as quais tenham contato em seu meio. É a mesma função que o nosso cérebro utiliza ao perceber um objeto ou situação, para distingui-lo de tantos outros, eventualmente classificando-o. O cérebro humano é uma grande máquina de reconhecimento.

É preciso ficar clara a comparação: um reconhecimento molecular cumpre função similar à da consciência, mas não é consciência! Não vem acompanhada de nenhum fenômeno. É uma comparação funcional, que não autoriza extrapolações para um possível universo autoconsciente ou propostas de atividade consciente em computadores ou mesmo em máquinas simples, como termostatos (Chalmers, 1996).

Esta história mostra que, mesmo antes da origem da vida, podem ter existido moléculas que hoje poderiam ser consideradas biológicas. Meios químicos desequilibrados sempre fazem surgir moléculas complexas. Algumas conseguem se manter, outras não. As principais macromoléculas que efetivamente se tornaram biológicas foram os polissacarídeos (açúcares), os polipeptídios (precursores das proteínas) e os polinucleotídeos (dos quais derivaram os ácidos nucleicos). Algumas moléculas deste último grupo acabaram por adquirir a propriedade de dirigir sua própria síntese. Isso foi uma nítida vantagem adaptativa, propiciando a manutenção e proliferação destas moléculas em ambiente instável (Alberts, Bray, Lewis, Raff, Roberts, & Watson, 1997).

Outras macromoléculas foram além desta capacidade de transmitir informação e reconhecer. Começaram a agir. Isto mesmo, elas deixaram de somente reagir ao ambiente e passaram a realizar atuações. Um vírus, por exemplo, age como um pequeno robô, introduzindo sua informação dentro de uma célula hospedeira, reagindo seletivamente com outras moléculas e reproduzindo-se. São sequências de tarefas realizadas de maneiras sistemáticas, perfeitas. Parecem mesmo guiadas por uma espécie de vontade. Mas não são. São pequenas máquinas criadas por seleção natural.

Tudo indica que os sistemas vivos devam ter começado com o RNA, que, em novo salto evolutivo, adquiriu a propriedade de catalisar sua própria replicação. Posteriormente adquiriu também a função de sintetizar proteínas. Com o desenvolvimento de membranas e o surgimento do DNA, completou-se esta condição tão especial, que chamamos vida (Sagan & Margulis, 2002).



PARTE II

PROCURANDO A CONSCIÊNCIA NO CÉREBRO

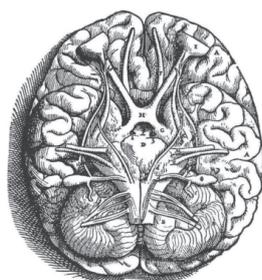
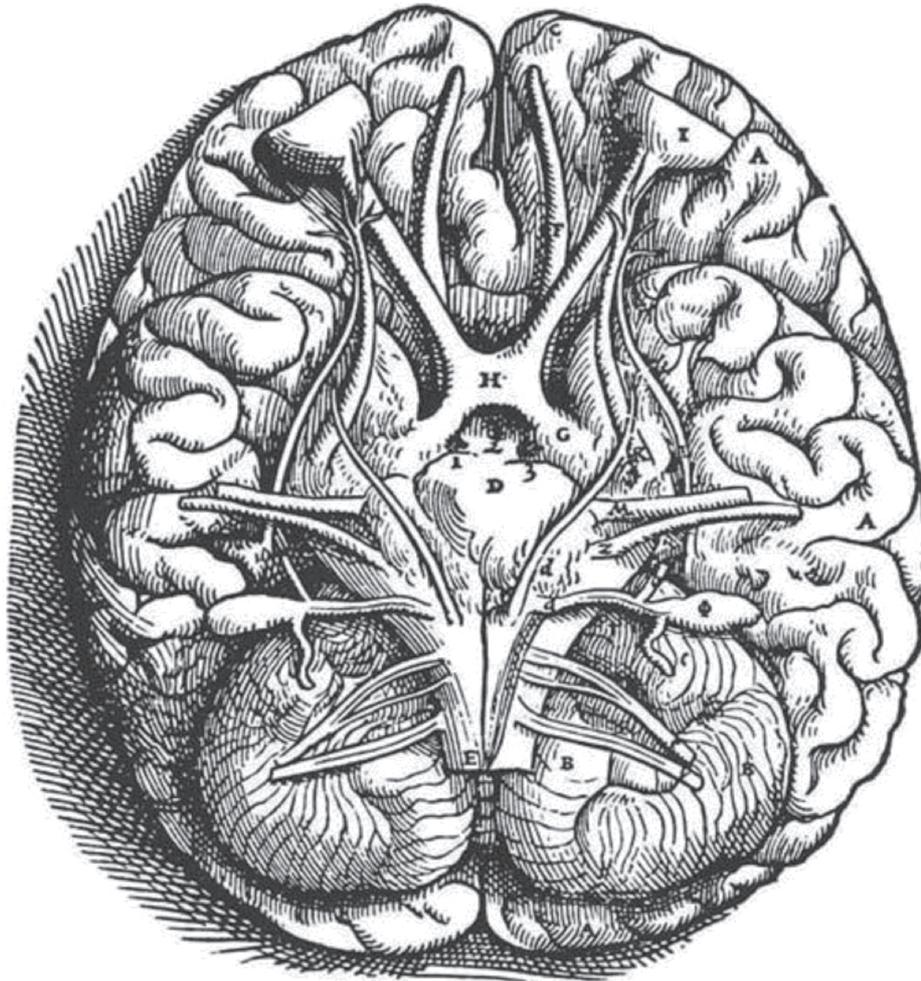


Figura 2. Vista da base do cérebro (Vesalius, 1555)



CAPÍTULO 7

DA BACTÉRIA AO HOMEM

“Enquanto este planeta continuou girando segundo as leis da gravidade, infindáveis formas, as mais belas e mais maravilhosas, evoluíram ou estão evoluindo.” (Charles Darwin, naturalista britânico)

“O tempo é a substância de que sou feito.”
(Jorge Luís Borges, escritor argentino)

A “mente” unicelular

A procura de uma função para a consciência levou a humanidade a especular. Surgiu uma enxurrada de possibilidades, desde funções transcendentais (a consciência identificada a uma alma imortal) até função nenhuma (o fenômeno consciente encarado como uma ilusão).

No último capítulo adiantamos hipóteses sobre estas funções. Elas seriam relacionadas a vantagens na interação em ambientes complexos e instáveis. A consciência parece agir como um processo secundário, ampliando a possibilidade de outros processos mais simples, como os inconscientes. Ela ilumina, traz conhecimento do mundo e de si própria. Oferece um ambiente em que é possível a justaposição de múltiplos componentes mentais, significando a integração de sistemas anatômicos e fisiológicos, possibilitando a tomada de decisão e o armazenamento a longo prazo. Seria assim uma espécie de estado funcional global, que aprimora a relação do organismo com o meio.

Com descrições deste tipo, parece que a propriedade da consciência se restringe a seres muito evoluídos, talvez só aos hominídeos. Mas será que aquele olhar tão significativo do cachorrinho é totalmente destituído de consciência? Será que o pombo-correio cumpre suas complexas funções como um autômato? Como podemos denominar informações que fazem mudar o comportamento dos organismos inferiores? Afinal, até os monocelulares são capazes de reconhecer as contingências do meio ambiente e de agir de acordo.

Os primeiros seres vivos foram as bactérias, que surgiram há quase quatro bilhões de anos. São organismos simples, de uma única célula e sem núcleo. Constituem, entretanto, uma máquina biológica muito eficiente, como confirma a longevidade do seu reino. Afinal,

elas conseguem se adaptar aos mais diversos ambientes e se reproduzem intensamente. Seu funcionamento é básico, mas suficiente para encontrar em seu meio as substâncias de que necessitam para sobreviver. Locomovem-se de maneira aleatória, mas podem ser atraídas ou afastadas por estímulos químicos, mecânicos ou luminosos. Proteínas de sua membrana identificam substâncias extracelulares. Há, assim, um tipo de representação interna do ambiente externo. Propriedades como esta já foram comparadas a “mecanismos mentais” elementares (Morowitz, 2001). Devemos estar atentos para estes tipos de atributos, pois eles deixam pistas sobre o que ocorre ao analisarmos a consciência. Quando o micróbio identifica uma substância necessária, movimenta-se no sentido de assimilá-la. Logo que consegue seu intento, desencadeiam-se reações internas, visando o metabolismo ou a divisão celular. Assim mantém-se um sistema ordenado e a bactéria sobrevive até deixar seus descendentes. As coisas seguem (Sagan & Margulis, 2002).

Os protozoários são também monocelulares, mas se diferenciam das bactérias por já apresentarem núcleo, organização que dá destaque para a transmissão genética. Surgiram há dois bilhões de anos e todos seus descendentes na história evolutiva (mono ou multicelulares) apresentam células nucleadas, como as plantas e os animais, incluindo nós. Por muito tempo os protozoários foram considerados animais, mas depois os biólogos lhes presentearam com um reino próprio, que hoje eles só compartilham com as algas. Eles já são dotados de algum tipo de movimento direcionado, sendo capazes de se afastar de uma substância danosa ou de fagocitar (“engolir”) uma partícula que necessitem. São as chamadas taxias, que podem ser positivas ou negativas. Isto quer dizer que o monocelular é capaz de reconhecer o estímulo, de valorizá-lo (bom ou ruim) e de produzir uma resposta. Alguns monocelulares têm ainda proteínas fotossensíveis e já apresentam um ciclo circadiano rudimentar. Eles fogem da luz para proteger seu DNA. Eis então já definido um sistema sensorial duplo. Estes seres microscópicos já se reconhecem por contato e também a distância. Algo deve integrar estas informações, para que tudo funcione bem.

A célula viva é um sistema adaptativo complexo, pronto para solucionar problemas a toda hora. Todas as propriedades essenciais necessárias para a interação com o meio já estavam nos monocelulares: reconhecimento, movimentação (para aproximação ou fuga), ingestão, respiração, excreção. As estruturas celulares responsáveis por estas funções já eram capazes de “sentir” o ambiente e produzir res-

postas adaptativas. Há autores que avaliam estes atributos como um tipo de “consciência microbiana” (Margulis, 2001). É claro que o termo aqui é metafórico e de forma alguma denota qualquer tipo de experiência fenomênica. As funções conscientes tais como as conhecemos só surgiram bem mais tarde, com a evolução do cérebro. Entretanto, esses processos primitivos traduzem verdadeiras computações, capazes de trazer informações ao monocelular, possivelmente carregando alguma noção de indivíduo, que o distinga das demais coisas. Morin pergunta: “o que sente uma bactéria? Bem ousado quem o dirá. Mais audacioso ainda quem pretende que não sente nada.” (Morin E., *O método 2*, 2005). De qualquer forma, estas propriedades têm sido responsáveis por algumas das histórias mais bem-sucedidas da vida neste planeta. As bactérias existem há bilhões de anos e cobrem até hoje toda superfície e recantos da Terra, incluindo desertos, oceanos, geleiras e nosso próprio corpo. Isto demonstra sua eficácia na manutenção da própria vida.

Os primeiros animais surgiram há 600 milhões de anos. Foi quando células se agruparam, passando a exercer em conjunto determinada função. Isto se traduziu em eficácia maior do que conseguia uma célula só. Caracterizou-se assim o organismo, que nada mais é que um indivíduo com as funções vitais distribuídas. Os multicelulares tornaram-se, assim, dotados de células especializadas. Cada linhagem destas células passou a se encarregar de um aspecto da preservação da vida ou da reprodução, caracterizando tecidos ou órgãos, que, além de trabalhar bem de maneira autônoma, dispunham de boas estratégias de integração. Para funcionarem como um sistema, a evolução proveu os grupos celulares com formas eficazes de comunicação. De fato, as células dos multicelulares desenvolveram avançado mecanismo de proteínas de membrana e intracelulares, capazes de identificar e responder a estímulos enviados por outras células. Seu conjunto organizado define a espécie animal (Zigmond, Bloom, Landis, Roberts, & Squire, 1999). Os primeiros multicelulares levaram um bilhão de anos para evoluir dos protozoários.

Os animais mais primitivos são as esponjas, habitantes dos mares que foram muito conhecidas como apetrecho para o banho, até serem substituídas por esponjas artificiais. São na realidade animais, os únicos sem sistema nervoso e sem movimento. Ficam fixas em alguma pedra do fundo. Suas células de superfície reconhecem os estímulos e ao mesmo tempo se contraem, regulando a passagem de água por seu corpo. Por meio deste mecanismo, que encanta pela simplicidade, elas interagem com o meio, conseguindo as substâncias de que necessitam e devolvendo as indesejadas.

Surge o neurônio

Só quem já mergulhou em região de recife de corais pode relatar a maravilha desta experiência. A variação de formas e cores nestes jardins submarinos fascina mesmo quem só os viu por fotografias ou em aquários. Pois bem, são também animais. Pertencem aos celenterados, grupo do qual fazem parte as temidas águas-vivas e suas primas de água doce, as hidras. Têm importância especial para o nosso estudo, por serem os primeiros seres a possuir células nervosas. Estas células formam uma vasta rede em sua volta e propagam difusamente os estímulos que provêm do meio pelo corpo do animal. Elas fazem contato com as células mioepiteliais, que se contraem em resposta a tais estímulos. O organismo todo reage. As hidras, por exemplo, se movimentam, dando cambalhotas. Surgiu o sistema nervoso, esta maravilha especializada em processar e armazenar informações e ainda desencadear respostas. É aqui rudimentar, mas pode se orgulhar de ser o precursor daquilo que se tornaria o mais complexo dos mecanismos (Ribas, 2006).

A célula nervosa é denominada neurônio, sendo especializada em recepção e transmissão de estímulos (Figura 3). Geralmente sua forma é estrelada, com curtos prolongamentos chamados dendritos, que recebem os estímulos. Tem ainda um longo prolongamento chamado axônio, que transmite o estímulo ao neurônio seguinte ou a uma célula muscular. O modelo mais simples de sistema nervoso consiste em

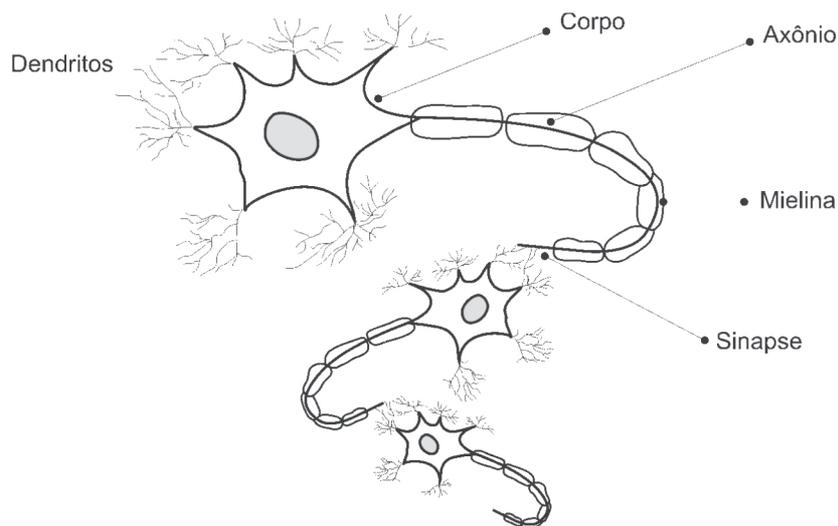


Figura 3. Neurônios

dois neurônios: um sensitivo (ou aferente), que recebe o estímulo externo, e um motor (ou eferente), que leva a resposta de volta, para o músculo.

A transmissão da mensagem de um neurônio para outro é feita por processo eletroquímico. A membrana da célula nervosa em repouso sempre apresenta certa diferença de potencial (tensão elétrica) com o meio. Esta voltagem se mantém relativamente estável até receber um estímulo do neurônio aferente (aquele que chega). O estímulo causa troca de íons através da membrana da célula que estava em repouso, despolarizando-a e criando um sinal elétrico chamado potencial de ação. O segundo neurônio dispara. Este sinal se propaga rapidamente pelo seu axônio em direção ao neurônio seguinte (eferente) e o processo segue adiante.

A conexão entre os neurônios ocorre nas sinapses, espaços microscópicos especialíssimos (Figura 4). A transmissão do estímulo se faz pela liberação de substâncias neste espaço, os chamados neurotransmissores. Eles são os agentes químicos do cérebro, fundamentais no estudo de qualquer função nervosa. São liberados na sinapse e vão se unir a receptores na membrana do neurônio seguinte, causando a despolarização do mesmo e a continuação do processo. A relação de um neurotransmissor com um neurorreceptor é bem específica, como se fossem chave e fechadura. É assim que acontece nas hidras. É também assim que acontece nos humanos.

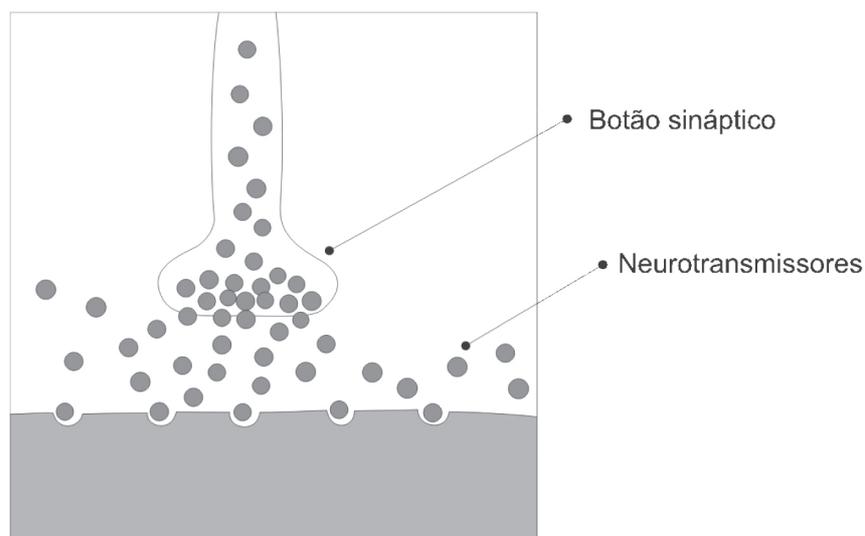


Figura 4. Sinapse

Vamos nos despedir da beleza dos corais e nos voltar para o funcionamento das lombrigas, que podem ser feias, mas já são mais evoluídas. O grupo dos vermes, estes bichinhos nojentos que por vezes infestam os homens, já apresenta uma região concentrada do sistema nervoso, em uma cabeça rudimentar. Na planária, por exemplo, há um gânglio que é um verdadeiro protótipo do futuro cérebro. Ela tem também olhos primitivos (ocelos), que percebem a luz. Observa-se aqui o arco reflexo completo, com neurônios sensitivos fazendo conexão (sinapse) com interneurônios (neurônios intermediários, ou associativos) e, na sequência, com neurônios motores. A planária movimenta-se encolhendo partes de seu corpo e esticando outras. Pode assim fugir de ameaças ou obter alimentos. Seu comportamento é, portanto, mais versátil que o da hidra ou dos corais, possibilitado pela sua estrutura mais complexa e pelas novas propriedades (Sarnat & Netsky, 1974).

O modo de funcionamento de um neurônio é semelhante ao de outro neurônio: excitação, propagação e transmissão de estímulos. O que faz a diferença é o arranjo entre eles, ou seja, quais são as suas conexões. A função do neurônio é determinada pelo circuito a que ele pertence. O sistema nervoso é um complicadíssimo emaranhado de conexões, vias e circuitos, nos quais uma célula influencia até milhares de outras, excitando-as ou inibindo-as. É também influenciada por outras tantas. Além de receber a sinalização e enviá-la para frente, ela recebe ainda sinais de volta (*feedback*), possibilitando a correção ou reforço da ação anterior. Estes complexos circuitos, atuando por vezes de maneira divergente e outras de modo convergente, algumas vezes inibindo e outras excitando, são as estruturas finalmente especializadas em reconhecer e em criar padrões.

Os neurônios tendem a se organizar em grupos com função semelhante. Trocam informações entre si e com os vizinhos. À medida que a evolução determinou o aumento da estrutura nervosa, os neurônios se concentraram, formando conglomerados ou gânglios, multiplicando-se a possibilidade funcional do sistema. Estes agrupamentos contêm enorme quantidade de células, possibilitando intensa troca de informação. Desta interação surgem propriedades diversas, aparecendo funções emergentes como percepção, memória e outras tantas.

A consciência como função adaptativa

É possível que o surgimento de algum tipo de fenômeno tenha sido causado por uma mutação do sistema nervoso de um organismo mais

ou menos primitivo, que acabaria por se mostrar útil. Talvez tenha possibilitado a congregação de sensações múltiplas em uma manifestação unificada. Há autores que enfatizam que foi neste momento que se conseguiu ajustar o comportamento momentâneo do animal às experiências passadas, utilizando o processo que hoje chamamos aprendizado. Estes critérios indicariam uma origem precoce da consciência na história das espécies (King, Rumbaugh, & Savage-Rumbaugh, 1998). Entretanto, mesmo que a viabilização da consciência exija outros fatores, é indubitável que ela evoluiu paralelamente a funções sensoriais ou perceptivas (Insinna, 1998). Prosseguindo na história evolucionista, é possível que encontremos um momento em que o surgimento de função deste tipo tenha feito a diferença.

Vamos lembrar agora como é difícil matar um mosquito. Todos já passamos pela experiência de vê-lo encostado na parede enquanto chegamos ardidamente com o jornal dobrado. A humilhação causada pelo seu voo tranquilo em direção ao próximo porto enquanto fazemos o barulho inútil demonstra o eficaz arsenal destes bichinhos para lidar com o meio. Os insetos são mesmo espertos. Conhecemos bem o grau de complexidade do comportamento das formigas e das abelhas. Os insetos e alguns moluscos superiores (como o polvo) apresentam sistema nervoso bem desenvolvido, com mecanismos sensoriais múltiplos. Já exibem um tipo de cérebro primitivo. Sua estrutura nervosa permite que eles sejam dotados de relativa flexibilidade comportamental. Os sistemas sensoriais recebem os estímulos dos receptores da periferia (olhos, antenas, receptores do tato etc.) e os enviam em direção aos conglomerados neuronais centrais, incluindo o gânglio cerebroide. Lá formam mapas sensoriais representando o ambiente e também o próprio corpo do animal. Destes mapas, a informação passa aos neurônios associativos, que vão processá-la, visando definição de uma resposta. Esta finalmente será encaminhada aos neurônios motores, fechando o ciclo da interação. É enorme a quantidade de informação simultaneamente recebida e processada. Por mais poderosos que sejam os computadores atuais, não se consegue fabricar um robô que sequer imite a performance espetacular de um mosquito ao fugir de um agressor. Como a natureza conseguiu comprimir tanto poder computacional em encéfalos tão minúsculos? Com certeza não são algoritmos processados em série, em algum tipo de rede digital. É um sistema analógico mesmo, forjado pela natureza por ensaio e erro. Teriam estes animais alguma sensação, algum fenômeno subjetivo rudimentar? A formação de perceptos poderia talvez ser uma forma econômica de computar tanta informação. Não sabemos se isto ocorreu já com os insetos, mas é certo que, em um nosso

ancestral distante, houve um momento em que as imagens formadas a partir de olhos, de ouvidos ou de antenas foram, de fato, percebidas.

Chegamos agora a um grupo de seres que desenvolveram o sistema nervoso mais concentrado e protegido, capaz de dotar seus donos de funções cognitivas ainda mais variadas, onde foi possível o surgimento das emoções, do pensamento e da consciência. Chegamos aos vertebrados, dos quais fazemos parte. Todos eles têm o sistema nervoso completo, constituído de cérebro, diencéfalo (tálamo e hipotálamo), tronco encefálico, cerebelo, medula espinal e nervos periféricos (descritos no capítulo 9 e no glossário). É onde estão os bilhões de neurônios e de onde saem suas terminações. É lá que estão os mecanismos nervosos mais complexos, que se mostram em nossas funções psíquicas ou mentais (Sarnat & Netsky, 1974).

Os primeiros a surgir neste grupo foram os peixes, onde já se observa aumento na complexidade do sistema nervoso. Nos peixes há mais que um gânglio. Há um cérebro rudimentar, que já tem um córtex capaz de processar eficazmente os estímulos olfatórios e visuais. O córtex é um manto superficial de substância cinzenta, onde estão os corpos da maioria dos neurônios. Os peixes têm ainda um grande cerebelo, importante anexo para controle dos movimentos. A nova dinâmica dos mecanismos neuronais permite associações mais elaboradas, onde facilitações, inibições e retardos possibilitam respostas melhores, como fugir nadando, ao invés de encolher-se.

Os vertebrados mais primitivos a viver fora da água foram os répteis e anfíbios, cujo cérebro é relativamente simples, comparado com o nosso. É dominado por córtex filogeneticamente antigo, de poucas camadas de células. Predominam ainda os lobos olfatórios, que têm função essencial nestes animais. Entretanto, surgem algumas novidades importantes. Aparece, por exemplo, o primórdio da amígdala, que é um complexo de neurônios responsável pelas emoções. A emoção nada mais é que um mecanismo para valorizar as experiências, dotando-as de um componente positivo ou negativo. Esta função permite ao animal rápida avaliação do objeto ou ambiente, sugerindo procedimentos de aproximação ou afastamento. Tem assim importância óbvia na sobrevivência. Surge ainda um importante núcleo formador de memórias, chamado hipocampo. O comportamento torna-se cada vez mais “inteligente”. Já se pode apostar na presença de algum fenômeno, um tipo de protoconsciência, resultado de interações do tronco encefálico com o tálamo e com o córtex primitivo.

A coruja é o símbolo da filosofia. É a ave de Minerva, deusa da sabedoria e tida como conhecedora dos segredos da noite. É quando a coruja, banhada pela lua e de olhos arregalados, percebe tudo que se passa, enquanto os homens dormem. A mitologia sempre valorizou a perspicácia das aves, considerando ainda a águia como a soberana companhia do poderoso Zeus. A biologia mostra que as aves têm, de fato, uma relação cérebro/corpo elevada e um sistema sensorial avançado. Algumas delas têm o sistema nervoso tão desenvolvido como o dos mamíferos e apresentam comportamento muito sofisticado.

Chegamos finalmente ao grupo que, pelos conceitos humanos, domina a Terra desde a extinção dos dinossauros. São os mamíferos, que surgiram há 230 milhões de anos e representam os vertebrados ditos superiores. O comportamento dos mamíferos tem características que os diferenciam daquele observado em aves, peixes e outros grupos. Neste grupo de animais, os dados trazidos pelos estímulos passam a ser armazenadas no sistema nervoso em forma de padrões. Estes, a partir daí, passam a ter existência independente e a representar o estímulo. Em outras palavras, quando surge na memória um determinado padrão A, o animal o correlaciona com a situação vivida B. Já é um tipo rudimentar de pensamento. Associadas às reações afetivas, passam a representar um significado, uma informação. É uma evolução e tanto, um enorme salto adaptativo.

Os mamíferos se reconhecem individualmente. E não só se reconhecem, como também se recordam de muitas informações sobre cada indivíduo. Eles sabem quem é dominante, quais são os relacionamentos interpessoais, quem fez o que a quem, no passado. Para isso, eles já apresentam um córtex sofisticado, organizado em seis camadas de células, chamado neocórtex. Têm também o tálamo mais desenvolvido, este centro nervoso que surgiu entre o cérebro e o tronco encefálico, tornando-se responsável pela integração dos diversos sistemas sensoriais. Os hemisférios cerebrais funcionam como centros de coordenação e discriminação. A estrutura nervosa nos mamíferos já é completa, sendo compatível com funções sofisticadas, como uma consciência básica bem definida.

Os mamíferos inferiores têm que se virar com esta consciência básica. Há indícios de que usam pouco a atenção e, conseqüentemente, o que chamamos de consciência focal. Isso pode ser constatado pelo exame de seu sistema visual. Na região ocular chamada fóvea está concentrada a maior parte da visão focada, detalhada. Nos ratos a densidade de células da retina originadas da fóvea é muito baixa (re-

lação de 3:1 com a periferia), ao contrário, por exemplo, do homem (40:1) (Sternberg, 2000).

Já os mamíferos superiores apresentam maior encefalização (aumento do volume do cérebro), surgindo mais sulcos, giros e fissuras e aumentando as áreas corticais. Em seu cérebro predominam as fibras de associação. O aumento do encéfalo no início da gestação é difuso e atinge todas as partes, sendo determinado pelo peso corporal. Nas fases tardias ocorre desvio dessa taxa média de crescimento. A partir daí a encefalização se faz de maneira diferenciada, em decorrência da adaptação da espécie ao seu nicho ecológico, social e psicológico. Algumas regiões crescem mais do que outras. Há progressiva hierarquização, com as novas partes exercendo comando sobre as mais antigas (King, Rumbaugh, & Savage-Rumbaugh, 1998).

O biólogo francês François Jacob (Nobel de Medicina de 1965) construiu uma interessante analogia, sugerindo que a evolução não atua como engenheiro e sim como funileiro, fazendo remendos. O único material disponível são proteínas, que pouco variam entre as espécies (as proteínas do chimpanzé são 99% idênticas às nossas). O que faz a diferença é a maneira como as proteínas são organizadas: “O funileiro da evolução foi econômico com componentes, mas criativo na variedade das formas” (Jacob, 2001).

Os primatas estão aí há 50 milhões de anos e são os mamíferos com maior encefalização. Sua estrutura nervosa permite comportamento sofisticado e sutil. Os mais evoluídos apresentam comportamento altamente social, com jogos de poder, influências, traições, simulações e desculpas. Acredita-se que chimpanzés sejam capazes de atribuir estados mentais a si próprios e a outros, em um tipo avançado de empatia. As regiões corticais sensoriais se tornaram cada vez mais especializadas. A grande expansão se observou no lobo frontal, responsável pelo planejamento das ações e pelo pensamento abstrato. Ali surgiram também áreas importantes para a memória de curto prazo (chamada memória de trabalho), que pode ter sido decisiva para o surgimento da consciência superior (Leakey, 1982; De Waal, 2007).

Há 100 mil anos chegamos, finalmente, nós. Com nosso cérebro de 1350 cm³ e cerca de cem bilhões de neurônios, somos capazes de processamento maciço e paralelo de informações. O crescimento cerebral foi necessário para o bipedismo, para o uso de ferramentas e para o desenvolvimento da inteligência e da aptidão social. Surgiram a especialização hemisférica e a linguagem. Os símbolos assumiram significado independente e a invenção léxica causou o surgimento da

cultura e um efeito bola de neve. Entre 30 e 6 mil anos atrás houve refinamento das pinturas e finalmente da escrita. Este enorme degrau permitiu conhecimento fora do cérebro, com enriquecimento da consciência e explosão das possibilidades (Eccles, 1989; Mithen, 1998).

Darwin nos mostrou como a modificação do meio e a competição atuam sobre a variabilidade das populações, resultando em evolução. Mostrou ainda que a estrutura física de cada espécie condiciona seu comportamento, e este, por sua vez, modifica a seleção natural. Estas estruturas são complexas, podendo delas emergir propriedades novas. Assim surgiram tantas. Assim surgiu a consciência.

A conclusão de que a consciência surgiu em algum ponto na história da evolução das espécies é o primeiro grande indício da sua natureza biológica. A consequência é que o seu aparecimento e sua posterior sofisticação seriam obras da seleção natural. A consciência possuiria assim, necessariamente, alguma função adaptativa.

Este estudo evolutivo tem outra consequência importante. Trata-se da definição de quais animais do mundo contemporâneo são dotados de consciência e quais não o são. É assunto de grande implicância moral. Pode influenciar a maneira como tratamos e criamos os animais, o uso destes em experimentação científica e até a definição de nosso cardápio. O filósofo australiano Peter Singer tem dedicado sua obra à defesa dos animais, inclusive tornando-se vegetariano radical (Singer P., 2002).

Não há como afirmar se um organismo é ou não consciente. Não existe um marcador externo totalmente confiável. Os indícios de que dispomos referem-se aos diversos graus de complexidade do sistema nervoso animal, sugerindo escalonamento na capacidade de processar estímulos e do resultado destes (Tabela 1).

Se avaliarmos a consciência refletindo uma habilidade do organismo para identificar mudanças no meio ambiente e responder às mesmas, estaremos nos referindo à consciência básica. A maioria dos animais deve ser capaz de diferenciar matizes no tempo e espaço, de sentir algum tipo de fenômeno. Não sabemos se os invertebrados, como insetos e moluscos, dispõem de possibilidades deste tipo. Nos vertebrados inferiores, o sistema nervoso tem organização suficiente para possibilitar o surgimento das imagens. Panksepp acredita que esta consciência primitiva se construiu sobre a plataforma dos complexos nervosos primitivos dos instintos e das emoções, que impulsionava os animais para a ação (Panksepp, 2007). Nas aves e mamíferos, é muito provável a formação de imagens complexas.

Propriedade emergente	Base física	Base fisiológica	Substrato físico	Condições associadas
Força nuclear	Partículas	Colisões	"Big-Bang"	Resfriamento
Força eletromagnética	Elétrons	Atrações magnéticas	Átomos	Equilíbrio eletrodinâmico
Reações químicas	Moléculas	Átomos	Estrelas	Ligações químicas
Gravidade	Corpos	Curvatura do universo	Planetas / Terra	Desigualdades
Reconhecimento molecular	Macromoléculas	Geometria molecular	Compostos químicos	Interação molecular
Vida	Ácidos nucleicos	Replicação	"Sopa" primordial	Seleção natural
Reconhecimento celular	Células	Proteínas de membrana	Bactérias	Interação passiva
Reconhecimento multicelular	Sistema nervoso	Terminações nervosas	Animais	Interação ativa
Protoconsciência	Tronco cerebral	Microclima químico	Invertebrados / répteis	Vigília-sono
Consciência básica	Grupo reentrante	Assembleia celular	Vertebrados / aves	Sensação / emoção
Consciência focal	CNC → via ventral	Circuitos em série	Mamíferos superiores	Atenção / percepção
Consciência superior	Lobo frontal	Circuito supervisor	Primates	Memórias / pensamento
Autoconsciência	Genética+epigenética	Metacircuitos	Homens	Símbolo / linguagem

Tabela 1. A evolução de propriedades emergentes

Por outro lado, se valorizarmos mais a capacidade de distinção e reconhecimento dos objetos, seres ou situações, falaremos da consciência focal. Esta capacidade só está disponível em animais com cérebro desenvolvido, com circuitos aperfeiçoados da atenção, como as espécies elevadas de mamíferos. De fato, muitos de nossos animaizinhos domésticos parecem conscientes, exibindo comportamento que se assemelha ao nosso.

Se, finalmente, estivermos nos referindo às mais altas funções cognitivas, como a capacidade de pensar sobre os próprios pensamentos, deveremos nos limitar à abordagem da consciência superior. O pensamento abstrato, o autorreconhecimento e a atribuição de estados mentais a outros indivíduos são capacidades apenas dos primatas superiores. Nós.



CAPÍTULO 8

Do Ovo Ao Bebê

“O cérebro contém múltiplos mapas que interagem uns com os outros sem qualquer supervisão que, no entanto, conseguem fornecer unidade e coesão às cenas recebidas.” (Gerald Edelman, biólogo americano)

“Ninguém é igual a ninguém. Todo ser humano é um estranho ímpar.”
(Carlos Drummond de Andrade, poeta brasileiro)

Nascendo a consciência

O primeiro grande argumento relacionando a consciência à biologia foi a observação da evolução das espécies. Vimos que, em algum momento da história dos seres vivos, alguma mutação modificou a maneira como o organismo processava as informações, fazendo surgir um fenômeno subjetivo rudimentar. Esta condição proporcionou mais informações adicionais ao organismo. Facilitou a interação e teve valor adaptativo. Persistiu e, mais ainda, se desenvolveu. Chamamos este argumento de filogenético.

O segundo argumento é chamado de ontogenético, sendo relacionado com a formação do bebê e o desenvolvimento da criança. Óvulo e espermatozoide não são células conscientes. Eles dispõem de mecanismos de interação e reconhecimento muito eficientes, através dos quais se procuram e interagem com precisão, até a fertilização. Entretanto, óvulo e espermatozoide obviamente carecem de qualquer fenômeno consciente.

Os defensores do argumento ontogenético acreditam que a consciência surge em algum momento do desenvolvimento do feto ou da criança, como uma propriedade de grupos de células. Estas populações celulares, que agora passam a trabalhar em conjunto e a carregar atributos tão sofisticados, se originaram justamente daquelas duas células germinativas, inconscientes.

O processo começa quando o ovo fertilizado começa a se dividir e logo se implanta no útero. Cada uma daquelas poucas células-tronco embrionárias contém toda a informação genética necessária para a continuação dos procedimentos de divisão, diferenciação e migração. É bem isto que elas fazem.

Já na terceira semana de gestação inicia-se a formação do sistema nervoso. As células nervosas derivam das células epiteliais, quando algumas destas se modificam para formar o chamado neuroepitélio. É isso mesmo, o seu cérebro é oriundo das mesmas células que formaram também a sua pele. Como ela, é vinculado à interação com o meio ambiente. Esta primeira diferenciação é induzida por uma estrutura adjacente, chamada notocorda (que, por sua vez, formará a coluna vertebral). As células do embrião são assim, solidárias. Ajudam as vizinhas a achar o seu caminho.

Surge assim a chamada placa neural, no dorso do embrião. É como se fosse uma pequena folha de papelão, estreita e comprida, parecendo um marcador de livro. Ela depois vai se enrolando longitudinalmente até formar um longo tubo. Em seguida, uma frenética proliferação celular passa a ocorrer dentro e ao longo deste tubo neural, em etapa que é diferente em cada parte do mesmo. São 250 mil novas células por minuto. Elas se diferenciam em cerca de cem tipos diferentes de neurônios, que iniciam um intenso processo de migração, cada um à busca de seu porto definitivo. Na quarta semana, em um dos polos do tubo, já se observa a dilatação encefálica. Na semana seguinte estão evidentes as vesículas precursoras das grandes partes do sistema nervoso: cérebro, diencéfalo, tronco encefálico, cerebelo e medula espinal. Em toda sua extensão os componentes sensitivos tendem a ficar próximos do dorso do sistema nervoso e os componentes motores a se concentrar na região ventral.

As células começam então a se conectar e as sinapses passam a funcionar. Antes do terceiro mês de gestação o embrião já se contorce no útero. Surgem os primeiros reflexos motores, voltados para acomodação da posição.

Os neurônios jovens (neuroblastos) continuam a se dividir e intensificam o processo de migração, até seu local definitivo, na substância cinzenta. Entre a 6^a e a 12^a semana desenvolve-se a sensibilidade tátil. Neste período o feto começa também a reagir a sons e a mudanças de temperatura.

O cérebro continua a crescer e depois surgem dobras em sua superfície, as conhecidas depressões e elevações chamadas sulcos e giros. A superfície do cérebro triplica em extensão no sexto e sétimo mês. Começa a resposta à luz e à dor. As alterações no último trimestre refletem a intensa ramificação dos dendritos e axônios. As fibras nervosas sofrem um processo de envolvimento com uma bainha adiposa, a mielina, que torna a transmissão dos impulsos mais rápida.

No feto a termo, o cérebro e o corpo estão preparados para a consciência. O sistema límbico e a musculatura da face e das mãos estão prontos para demonstrar as emoções. Já se observa alguma capacidade cognitiva. O recém-nascido já demonstra preferência pela voz materna (Lecanuet, Granier-Deferr, & Busnel, 1989). No nascimento, o cérebro tem um terço do tamanho do adulto. O bebê enxerga bem o que está muito próximo. Sente cheiros.

A criancinha logo começa a acompanhar movimentos, o que demonstra algum nível de consciência. É mais sensível a estímulos provenientes de pessoas e com dois meses reconhece a mãe. Começa a imitar gestos, sugerindo comportamento intencional. Sorri em resposta a estímulos e balbucia.

Logo aprende a dominar a atenção e a desviar rapidamente os olhos para o objeto desejado, sugerindo atuação da consciência focal. Torna-se curioso com novos objetos e jogos. Desenvolve competente visão a cores, tridimensional.

Aos 6 meses, percebe seu corpo de forma unificada. Começa a reconhecer padrões vocais e sua língua materna passa a influenciar em suas vocalizações. Torna-se mais ousado nas brincadeiras e inicia o aprendizado do que é perigoso. Exibe-se para os familiares e passa a estranhar outras pessoas.

Ao fim do primeiro ano, usa com eficiência a memória de trabalho, ampliando o escopo da consciência. Interage intencionalmente: ao encontrar dificuldades, pede ajuda com o olhar (Trevvarthen & Reddy, 2007).

Aos 18 meses passa no teste de reconhecimento no espelho: é autoconsciente (Keenan, Gallup, & Falk, 2003).

O desenvolvimento de circuitos e mapas

Esta história começou com toda a potencialidade das células primitivas, que podem se multiplicar, migrar e se especializar. Quando diferenciada, cada célula do organismo cumpre sua função predeterminada, que pode ser proteção, secreção, contração ou condução de estímulos. As que se tornam células nervosas ficam craques em transmitir estímulos. Estas também passam por mais processos de especialização. Agrupam-se para transmitir estímulos específicos, como dor, visão ou audição. Outras se articulam para fazer a memória funcionar ou ainda para estimular outras células, como ocorre durante a vigília.

Gerald Edelman, Prêmio Nobel de Medicina em 1972, se debruçou na questão de como um fenômeno mágico como a consciência pode ter surgido a partir da divisão, migração e interação destas células. A primeira noção que ele defende é que os neurônios não funcionam sozinhos, mas trabalham em grupos. As células se associam às vizinhas, formam conjuntos, atuam em consonância. A segunda noção é que estes grupos se reúnem no sistema nervoso, formando mapas. Estes representam a origem dos neurônios ou dos estímulos por eles processados, isto é, de onde vieram do corpo ou do meio ambiente. A terceira noção é que estes mapas se comunicam por meio de circuitos reentrantes, que mandam estímulos para frente e recebem outros de volta. Estes ricos circuitos de comunicação criam um sistema hierárquico dentro do sistema nervoso. Os níveis superiores explicariam a consciência (Edelman, 1992).

Este modelo se baseia totalmente na primeira premissa, de que a unidade funcional no sistema nervoso não é o neurônio, mas o grupo neuronal. Este conceito modifica muito a concepção anterior, cujo protótipo é o arco reflexo simples. Neste arco, o neurônio sensorial faz sinapse com o neurônio associativo, e este com o neurônio motor, caracterizando uma ligação em série. Um destes neurônios, isolado, só pode estimular outro neurônio, ou então inibi-lo. Por outro lado, no paradigma do grupo de neurônios, a atuação é em conjunto, podendo um grupo estimular “e/ou” inibir o próximo grupo. A ação não se restringe a procedimentos binários (zero ou um), mas a incontáveis possibilidades quantitativas e qualitativas. Além disso, esta concepção reforça-se pelo fato de que só por meio de grupos é possível expandir o modelo e imaginar a existência de circuitos reentrantes, com ligações em paralelo, atuando no sentido do fluxo (anterógrado) ou realimentando (*feedback*). A partir daí não se pensaria mais em circuitos, mas em verdadeiras redes.

A seleção dos grupos neuronais se faz em duas etapas durante o desenvolvimento do sistema nervoso. A etapa primária ocorre na fase intrauterina e nos primeiros anos de vida. Neste período há intensa atividade de divisão e migração celular. Cada neurônio estende prolongamentos à procura das outras células com as quais se comunicará. Eles realizam esta trajetória a partir não apenas da determinação genética, mas também de fatores epigenéticos (ligados ao meio), contidos em sinais detectados na vizinhança. Dependem, assim, de marcadores químicos e celulares encontrados no caminho de sua expansão e também de ligações com células vizinhas. Algumas moléculas podem contribuir para esta etapa, na agregação dos grupos e na

diferenciação das redes neuronais. São as chamadas moléculas de adesão celular (MAC).

As células que tiverem migrado até o ponto correto e cujos axônios tenham crescido até os neurônios-alvo estarão finalmente aptas para funcionar. Formarão sinapses e sobreviverão. As outras sofrerão um processo de apoptose, ou morte celular. É uma verdadeira poda. Perdemos mais neurônios nos dois primeiros anos de vida do que na velhice.

Depois vem a etapa secundária, a seleção pela experiência. Ela ocorre à medida que a criança tenha contato com os estímulos do mundo. Nesta fase se percebem as modificações tanto no número como na força das sinapses. É um “darwinismo neuronal”, que depende diretamente dos estímulos. Sobrevive o grupo neuronal submetido à exposição mais intensa ao meio ambiente. Experiências com ratos demonstraram que animais criados em ambientes ricos em estímulos desenvolvem cérebros com muitíssimas conexões. Se o ambiente for pobre, há poucas conexões. Em caso extremo, se houver completa privação de determinado tipo de estímulo durante a fase crítica do desenvolvimento da função, as células dedicadas a esta função chegam a desaparecer. Assim, o animal criado sem estímulos visuais perde definitivamente os circuitos concernentes e pode ficar cego. Esta descoberta mudou a conduta nos casos de recém-nascidos com catarata congênita, agora operados precocemente.

Os neurônios provenientes da periferia do corpo apresentam terminações especializadas na captação de estímulos específicos (retina, células do ouvido, terminações na pele etc.). A sua outra ponta se conecta a outros grupos neuronais, vizinhos ou distantes, do sistema nervoso central. Com os vizinhos, formam conglomerados de mesma função, criando áreas especializadas. Nestas regiões, cada ponto do campo perceptivo (ou motor) tem um grupo neuronal correspondente, criando-se então os tais mapas relatados anteriormente. Nós sabemos que no sistema nervoso há uma enorme quantidade destes mapas, que são representações do corpo e do meio ambiente. É uma verdadeira cartografia, já muito conhecida pelos neurocientistas. Assim, por exemplo, a sensação tátil de cada ponto de nossa pele tem sua representação em uma região da medula (há um mapa para o corpo), outra no tálamo (outro mapa) e ainda no córtex sensitivo (mapa conhecidíssimo, parecendo um homenzinho deformado, com a mão e a boca enormes).

Segundo Edelman, na interação dos mapas é que está a chave da questão do nosso livro. Esta interação se faz por meio dos fluxos entre os grupos de neurônios de cada mapa, em atividade continuamente realimentada. Isto permite o exercício da principal função do cérebro, que é o reconhecimento de padrões. São vários níveis de processamento, formando passos sucessivos para o reconhecimento e o entendimento do mundo. Uma categorização perceptual caracteriza uma primeira classificação de cada objeto, que levaria ao reconhecimento preliminar. A partir daí vêm cartografias reentrantes, justamente as interações entre os mapas, por ligações paralelas e recíprocas. Estas possibilitam as diversas associações entre imagens, memórias, emoções e outras funções cognitivas. Finalmente vem a cartografia global, que é uma espécie de metaclassificação, um verdadeiro mapa de mapas. Aí podem surgir fenômenos progressivamente mais complexos.

Estamos contidos em um mundo envolvente e o cérebro é um sistema de reconhecimento. O seu mecanismo de categorização perceptual é um processo que define a maneira de separar os objetos e classificá-los. A categorização é feita pelo chamado “par classificatório”, que são dois mapas unidos por circuito reentrante. Estes mapas interagem entre si e simultaneamente recebem estímulos do exterior e de outros mapas. Trata-se de estruturas independentes, que atuam sem supervisão. Elas cumprem em primeiro lugar a função de reconhecimento. Sendo sistemas complexos, deles podem surgir novas propriedades, como percepção, memória e aprendizagem.

Outro sistema é o de valorização do objeto, que atribui a noção de bom ou mau, dando sentido às coisas. Ele utiliza nossos circuitos relacionados com as carências corporais e com a recompensa, tendo aí determinação genética. Passam por ele as mensagens sensitivas, onde há sinalização hedônica e definição para a ação. É o sistema das emoções.

Já a cartografia global possibilita a formação de conceitos, através do mapeamento das próprias atividades. É uma estrutura dinâmica e mutável, que faz uso intensivo da memória, sempre considerando o contexto. Tendo em vista a utilização simultânea de circuitos reentrantes em todas estas funções perceptivas, memórias e emoções, torna-se necessária a viabilização de algum mecanismo novo para a construção final da cena.

O salto evolucionário para o surgimento da experiência consciente pode ter ocorrido na transição de répteis para aves ou mamíferos.

Neste momento podem ter surgido conexões maciças entre áreas de categorização e o lobo frontal, e pelo menos uma nova conexão entre o tálamo e o córtex.

Edelman resume o seu modelo representando a consciência como a “memória do presente”. Ela surge como imagem e possibilita a correlação de diversas categorizações. Inclui as representações da situação do corpo e do meio e o desenvolvimento de conceitos. A interação de todas estas funções em tempo real exigiria a consciência.

O livro de Edelman “Biologia da consciência” é leitura obrigatória para quem se interessa pelo tema. Seu modelo, baseado assim em grupos neuronais, circuitos reentrantes e cartografias, resolve vários problemas que dificultavam o entendimento das funções cerebrais. Por meio dele, por exemplo, torna-se fácil incorporar a ideia de que o sistema nervoso processa os estímulos em circuitos maciçamente paralelos. Assim, fica possível a assimilação simultânea de grande quantidade de informação, venham estes dados do ambiente, de dentro do corpo ou de onde vierem. O processamento em paralelo pode mesclar-se com circuitos em série, aceitando também sistemas hierárquicos. Desta maneira, uma parte dos estímulos que recebemos pode ser sentida imediatamente, por processamento paralelo. Outra parte pode ser mandada adiante, através dos circuitos reentrantes, para se relacionarem com outros circuitos (memória, emoção etc.), sendo processados, então, em série. Nós entendemos que a primeira parte dá origem às sensações e constitui grande parte da consciência básica. A segunda parte acaba traduzida em percepções, tornando-se o objeto predominante das consciências focal e superior.

Um grupo de neurônios pode influenciar o próximo grupo a partir da somatória das descargas de todas as suas células. Assim, há células que excitam, outras que inibem e aquelas que modulam. Isto abre amplo leque de possibilidades, agregando versatilidade às associações neuronais e variação aos resultados. Nada tem a ver, por exemplo, com o funcionamento binário e serial de nossos computadores. Pode assim ser repensada a tese de Penrose, que, considerando o funcionamento mental como não computável, deduziu que só por mecanismos subneuronais (ele sugeriu quânticos) poderia ser encaminhada a solução (Penrose, 1997). Os grupos neuronais, por outro lado, propõem uma alternativa supraneuronal.

Estes conhecimentos são tão entusiasmantes que nos sentimos animados a utilizá-los para especular sobre outro assunto. Já que a teoria do conhecimento tem influenciado tanto no encaminhamento da

questão mente-cérebro, será que a neurociência não poderia também contribuir para a epistemologia?

Trata-se da antiga controvérsia sobre o método de maior valor na busca pelo conhecimento: a observação ou a razão. Esta polêmica separou por muitos séculos os filósofos empiristas dos racionalistas. Já que qualquer questão filosófica é sempre avaliada por um ser humano, que tal avaliar a força do método à luz do modo como o cérebro o processa? Se os esquemas primordiais da razão forem processados em série (como a lógica, a matemática e a própria linguagem) e se os da observação empírica o forem em paralelo (sensações, observações), pode tornar-se mais clara nossa tendência natural de utilizar ambos os canais, cada qual priorizado em dado momento. Os processamentos em paralelo são os únicos capazes de nos proporcionar grande quantidade de informação simultânea, organizada e unificada, como acontece nas sensações ou na consciência básica. São imagens ricas e envolventes, resumindo muitos dados dispersos. São as únicas existentes em animais primitivos e são suficientes para a ação imediata. No caso dos mamíferos superiores, este resumo é apenas a etapa inicial da cognição, que pode ser enriquecido pelo processamento subsequente.

Este é levado a termo pela consciência focal, que representa grande avanço na particularização de um objeto ou evento. Seus processamentos em série permitem destacar o aspecto mais importante do cenário, tratando-o de maneira especial. Mesmo não trazendo muita informação agregada, acrescenta detalhes à cena principal, traduzindo no enriquecimento do conteúdo observado ou na revisão de soluções intuitivas embasadas em sensações. Não há como um ser humano optar pelo empirismo ou racionalismo. Por natureza, ele utiliza ambos os métodos, observando a princípio toda a cena e raciocinando a seguir com seus detalhes. Não se pode ser assim totalmente racionalista como Descartes, nem empirista radical como Bacon e Locke. Kant já sabia disso.

Isto explica também a usual dificuldade que temos para descrever a riqueza de uma cena sensorial sentida ou experimentada. Como é complicado relatarmos, em palavras, todo o brilho de uma paisagem ou toda a emoção retratada em uma face humana. Por mais que tentemos abordar literariamente o esplendor de uma imagem consciente, sempre ficaremos devendo. Tentar traduzir as informações simultâneas captadas pela imagem por meio do limitado processamento seriado da linguagem é engessá-la. Acabamos usando um subterfúgio

qualquer, como alguma metáfora, remetendo talvez a outra imagem, igualmente complexa. Esta acabará por ser aceita (ou mesmo admirada), pela pobreza das alternativas verbais. Só os grandes artistas são capazes de propor traduções aceitáveis.

Esta forma de entendimento não é só nossa. O psicólogo inglês Nicholas Humphrey segue linha semelhante ao tratar do *status* epistemológico da sensação e da percepção. De fato, ele considera que elas diferem como veículo de conhecimento. Enquanto o canal sensorial usa representação pictórica, o perceptual usa representações proposicionais, que mais se parecem com as descrições da linguagem. Alerta que a percepção é mais complexa e envolve riscos, sendo mais sujeita a erros, por mais que se tente corrigi-los à luz das informações dos sentidos (Humphrey, 1994).

Voltando a Edelman, devemos reconhecer que seu modelo é rico, abrangente e traz interessante alternativa para a compreensão do sistema nervoso. Apresenta uma estrutura microanatômica com os requisitos básicos para viabilizar o fenômeno consciente.

Entretanto, precisamos ainda ir além. É necessário apontar quais circuitos ou estruturas nervosas são importantes para a consciência e quais não são. Precisamos aprofundar na fisiologia, pesquisando o que faz determinado circuito ser consciente em um momento e inconsciente em outro.

Se os argumentos evolutivos e de desenvolvimento foram insuficientes para justificar a ligação do fenômeno consciente com a matéria biológica, as observações feitas na anatomia, fisiologia e patologia cerebral podem nos trazer a comprovação que falta.



CAPÍTULO 9

Do COMA AOS SENTIDOS

“O comportamento consciente normal depende da função do cérebro e distúrbios da consciência são sinais de insuficiência cerebral.”
(Fred Plum, neurologista americano)

“De manhã, escureço. De dia, tardo. De tarde, anoiteço. De noite, ardo.”
(Vinícius de Moraes, poeta brasileiro)

Consciência como propriedade do sistema nervoso

Quem nunca passou da conta? Na primeira dose degustamos, apreciamos a cor, o aroma ou simplesmente o gosto da bebida preferida. Na segunda, as coisas já começam a se modificar. Já percebemos algo sorrateiramente nos modificando, uma invasão de início discreta, mas desde logo alegre, ousada. Com a terceira dose começamos a perder o controle: a voz fica arrastada, a visão turva e os passos incertos. A partir daí os poderes da consciência são efetivamente derrotados. O raciocínio se torna confuso, nada se entende com clareza, nada se expressa com adequação. Se prosseguirmos, terminaremos inconscientes, carregados para casa ou para um hospital. No dia seguinte, a triste renovação do propósito de não exagerar mais. E a certeza de que a nossa consciência, a nossa tão prezada mente, pode ser modificada por algo que invade nosso corpo. Foi alguma coisa material, a química da bebida, que se misturou de alguma forma com a “química de nossa mente”, modificando-a. Esta é prova suficiente de que os mecanismos conscientes fazem parte de nosso corpo. Parece fácil descartar o dualismo.

São muitas as substâncias conhecidas que modificam o estado de consciência, incluindo as diversas drogas, da maconha à cocaína ou ao LSD. Aliás, sabe-se disso desde que se começou a festejar com vinho ou cerveja, muitos séculos antes de Cristo. Hoje se conhece a ação do álcool e das drogas na bioquímica cerebral, modificando o funcionamento dos neurônios e das sinapses. Mesmo antes de se admitirem os pormenores fisiopatológicos, já se sabia que estas substâncias agem mesmo é no cérebro. É lá, portanto, que deve estar alojada a consciência.

A primeira vez que um estudante de medicina manuseia um cérebro humano é um momento inesquecível, sempre cheio de emoção. Afinal, aquele pequeno órgão, agora bem nas mãos do estudante, é uma estrutura que um dia já foi viva, já pensou, conheceu coisas e pessoas, sentiu amor e ódio, construiu um “eu”! Esta massa acinzentada foi o substrato da essência de alguém, criou um mundo subjetivo e agora está ali, fria, na mão. Passa o impacto, o estudante volta à aula, precisa aprender a lição do dia. Vai estudar os sulcos e os giros do cérebro. Na intimidade daquela peça anatômica ficam escondidas pequenas estruturas mágicas, as células que nos fazem ser o que somos. Em conjunto, elas nos permitem ver e compreender as coisas. Comandam nossas ações.

Os anatomistas acharam prático dividir o sistema nervoso em uma parte central e outra periférica. O sistema nervoso central (SNC), como todo poder central, representa o elemento principal, o comando. Talvez por isso, encontra-se bem protegido por uma forte estrutura óssea, o crânio, envolvendo o encéfalo e a pela coluna vertebral, protegendo a medula. Esta estrutura fortificada é a casa da maioria dos neurônios, as famosas células nervosas em forma de estrela. O poderoso SNC se divide em cinco estruturas principais, todas muito importantes: nas costas a medula espinal, na nuca o tronco encefálico e o cerebelo, no meio da cabeça o diencéfalo e, lá no topo, soberano, o cérebro.

Já o sistema nervoso periférico (SNP) é composto pelos nervos que saem do crânio ou da coluna e se espalham por todo o organismo. Estes nervos são formados pelos longos axônios, os prolongamentos dos neurônios que os conectam com outras células, no interior do corpo e em sua periferia. Os nervos formam vias de mão dupla. Primeiro eles recebem estímulos do meio e do próprio corpo, levando estas informações sensoriais para o SNC. A outra mão tem o sentido inverso, trazendo as respostas do comando central em direção aos músculos e às glândulas, espalhados corpo afora. É assim mesmo: vem o estímulo pelo SNP, é reconhecido pelo SNC, ali mesmo decide-se a resposta, que volta aos músculos, novamente pelo SNP.

Interessa-nos aqui especialmente este SNC, onde se reconhece e se decide tudo (Figura 5). Ele começa então pela medula espinal, onde aportam todos os nervos periféricos. A medula, situada dentro do canal vertebral, acompanha a coluna por boa parte de sua extensão. Aprofundando a metáfora urbana da mão dupla, a medula é como uma importante rua seguindo em direção ao encéfalo, como se fossem trilhos de um bonde carregado de informações, rumando para o

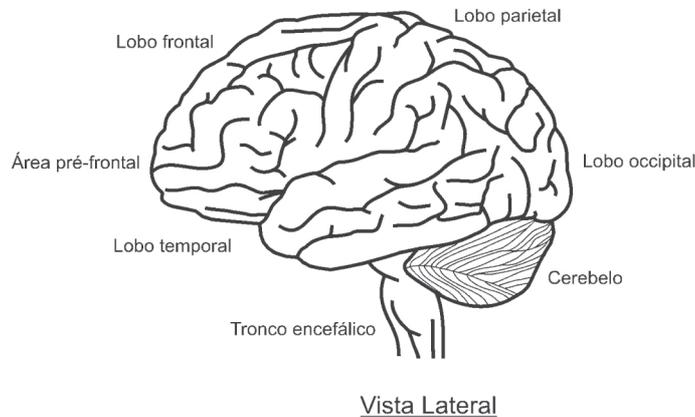


Figura 5. Sistema nervoso central visto de lado

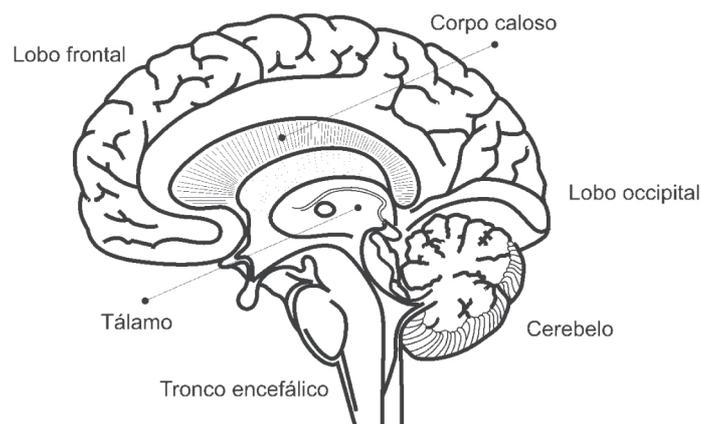
centro da cidade. Ali também se encontram os trilhos que descem no sentido inverso, do cérebro em direção aos músculos (como o bonde de volta aos bairros). Elas trazem as devidas indicações de quais movimentos devem ser feitos e quais, evitados. A medula é capaz de realizar atos reflexos, sem precisar da ajuda do cérebro. Quando puxamos rapidamente a mão do contato com o fogo, a ação é decidida no nível medular, por neurônios situados em seu miolo, inconscientemente.

Quando a medula entra no crânio, alarga-se, formando uma espécie de haste e transforma-se no tronco encefálico. É como se a rua virasse uma ampla avenida, à medida que se aproxima do centro. Por ali continuam a passar as vias ascendentes e descendentes, rumo ao cérebro e provenientes dele. Além disso, o tronco contém numerosos núcleos, que são outros agrupamentos de neurônios, dispostos ali para funções específicas. São ilhas no meio da avenida, como pequenas estações do bonde. Eles são importantes, por exemplo, na inervação da cabeça e dos órgãos dos sentidos. Têm papel crítico até mesmo na regulação de algumas funções vitais, como a respiração e o ritmo cardíaco. Por ali ainda passam fibras para outra grande estrutura nervosa que é o cerebelo. Este é o coordenador dos movimentos, o que permite a ação precisa, delicada e eficaz.

O tronco encefálico é uma estrutura arcaica, com muitos de seus núcleos e conexões presentes em organismos primitivos. Entretanto, ele também é capaz de lidar sozinho com muitos estímulos do meio ambiente e desencadear respostas apropriadas.

A ação do tronco que mais interessa a nosso estudo é indireta. Trata-se de sua capacidade de modular a ação de outros neurônios, a distância. Bem no âmago do tronco existem pequenos núcleos que são capazes de estimular ou inibir a atividade cerebral, por ação direta no córtex ou por meio de estruturas intermediárias. Eles atuam como a ordem do sargento, que faz o batalhão marchar. São como os botões de um fogão, que aumentam ou diminuem a chama. Veremos como a vigília, a atenção e a consciência podem ser como intensidades diferentes de chama.

Voltando às vias nervosas, podemos ver agora que o estímulo externo, que já passou pelos nervos, medula e tronco, ainda não está pronto para o cérebro. Antes de atingir o destino, estes disparos têm uma última conexão, importantíssima, chamada tálamo. Esta é uma estrutura bem central. De qualquer lado que se olhar para uma cabeça, o tálamo está no meio, bem no centro (Figura 6). É composto por dois conjuntos maciços de neurônios, tendo o tamanho de uma noz. Eles formam, juntamente com o hipotálamo, a maior parte do chamado diencefalo. O tálamo constitui importantíssimo centro de distribuição e processamento dos impulsos neuronais. Funciona como se fosse a estação central da cidade (dos ônibus ou dos bondes), por onde passam praticamente todas as informações provenientes do corpo ou do meio. Poderia ser ainda comparado com uma grande central elétrica, mas é muito mais que isto. É uma central inteligente, que avalia e modifica os estímulos, antes de mandá-los adiante. Depois de manipulados no tálamo, os impulsos seguem diretamente para o destino final.



Vista Medial

Figura 6. Encéfalo visto do meio

Chegamos finalmente ao cérebro, nosso grande comandante. Esta incomparável estrutura tem menos de um quilo e meio e é constituída por tecido acinzentado, com consistência parecida com borracha. Pois bem, este órgão úmido e enrugado é uma das maiores maravilhas da natureza. Muitos o consideram a matéria mais elaborada do universo conhecido. Contém nada menos que cem bilhões de neurônios e, com a média de mil sinapses por neurônio, cerca de cem trilhões de conexões! É um número astronômico, inimaginável. Como pode esta parafernália funcionar?

Pois funciona muito bem. Os bilhões de neurônios e os trilhões de conexões formam circuitos e redes, organizados em áreas coerentes e em um todo consistente. Este sistema reconhece padrões, faz associações e toma decisões. Pare um pouco e dê asas agora à sua imaginação. Pense na máquina mais complexa que puder. Aposto que dificilmente chega perto do cérebro. Conceba uma máquina perfeita. Garanto que o cérebro ganha.

O cérebro pode ser estudado em muitos níveis. Podemos observar suas grandes regiões macroscópicas, procurar os detalhes em sua estrutura microscópica ou ainda esmiuçar seu funcionamento físico-químico. Ele tem dois grandes hemisférios dispostos lado a lado, que se unem por um grosso feixe de fibras. Olhando de longe, estes hemisférios até que se parecem, mas, bem de perto, concluímos que cada um tem seu propósito. Cada hemisfério é dividido em quatro grandes regiões, chamadas lobos. Se observarmos o cérebro de lado, o lobo frontal é o que está na frente, perto da testa. O lobo occipital se encontra atrás, na nuca. O lobo parietal está em cima, no topo da cabeça; e o lobo temporal embaixo e no lado, perto da base e do ouvido. Estes lobos abraçam aquelas estruturas internas que estudamos, como o tálamo e o tronco encefálico.

Se pegarmos uma faca afiada e fizermos um corte vertical em peça anatômica do cérebro, poderemos observar o sistema nervoso por dentro (Figura 7). Veremos uma capa cinzenta e um grande miolo branco. A substância cinzenta que recobre toda superfície cerebral constitui o famosíssimo córtex. Ali estão os corpos das células nervosas. É a sede da percepção, da memória, da motricidade, do pensamento. É lá onde estão as coisas.

Na substância branca não se encontram corpos de neurônios, mas os seus prolongamentos. São os axônios, que acabam formando as verdadeiras vias de comunicação neuronais dentro do encéfalo. Unem um neurônio a outro e transmitem as mensagens. Trata-se prin-

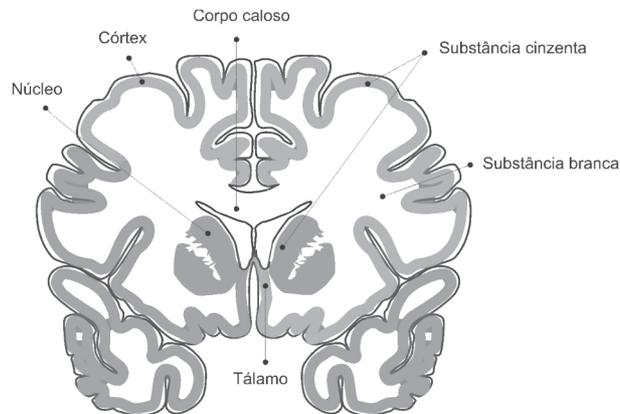


Figura 7. Corte coronal do encéfalo

principalmente de comunicação direta entre áreas corticais, mas há também mensagens para o resto do corpo. Aí a metáfora dos trilhos e da central não cabe mais. É contato direto, como se fossem amigos se comunicando sem ter que pegar o bonde. Fazem-no por telefone ou internet, quando estão longe, ou mesmo conversando ou gritando, se forem vizinhos. A substância branca tem esta cor porque cada fibra é envolvida pela bainha de mielina, aquela substância gordurosa que serve para aumentar a velocidade dos impulsos nervosos e acaba por lhe dar esta cor.

Continuando a inspeção do corte, encontramos mais substância cinzenta no interior do cérebro. Observam-se diversos núcleos cinzentos soltos dentro da substância branca. São conhecidos, têm nome e função definida. Já falamos do tálamo, com toda sua força de congregação, processamento, ativação e distribuição de estímulos. Existem outros, que constituem importantes centros responsáveis por algumas funções especiais, incluindo memória (hipocampo), emoções (amígdala), movimento (núcleos da base) ou vigília (formação reticular).

Na substância cinzenta é que se encontram mesmo as funções mais nobres. O córtex cerebral é o destino final das informações que chegam, onde se deliberam as questões, e é de lá que partem as ordens, as respostas. Mesmo sendo o governo central, o córtex também tem a hierarquia definida entre suas áreas. O primeiro nível é o chamado córtex primário, que recebe diretamente as informações do tálamo, tudo em primeira mão. Há regiões corticais especializadas em cada informação sensorial (uma área primária visual, uma auditiva etc.).

Essas informações chegam ali toscas, sem edição, como se fossem indícios. Aportam geralmente em forma de fragmentos das imagens sensoriais. Depois da elaboração inicial no córtex primário, os tais fragmentos são enviados aos córtices secundários, onde as imagens já são mais trabalhadas e continuam o processo de reconstrução. Em fase posterior, mais complexa, as informações passam aos chamados córtices associativos, onde as cenas são finalmente localizadas, identificadas, comparadas e analisadas. Parece uma história de detetive, onde se procuram pequenas pistas para construir todo o cenário.

Se retomarmos aquele corte do cérebro e o examinarmos ao microscópio, veremos que o córtex humano é composto de seis camadas. Animais primitivos têm córtex mais simples, com três camadas. Cada camada tem as suas células específicas, com suas conexões determinadas. Algumas só recebem estímulos do tálamo, outras enviam (ou recebem) para os vizinhos, outras despacham respostas. Cada milímetro cúbico de tecido cortical contém milhares de neurônios. É nesta estrutura complexa que integramos nossas percepções, buscamos nossas memórias, pensamos e decidimos. Não há dúvidas de que o córtex esteja envolvido na construção da imagem consciente.

Alteração no cérebro, alteração na consciência

O médico francês Paul Broca revolucionou a neurologia do século XIX, ao descrever um distúrbio de linguagem em um paciente e correlacioná-lo a uma lesão em área bem delimitada no cérebro. Foi o caso de uma vítima de derrame cerebral (AVC) que, depois da doença, só conseguia pronunciar uma sílaba: “tan”. Estava desperto, compreendia o que lhe era falado, mas só respondia “tan-tan” e nada mais. Com as complicações da doença, o paciente foi a óbito e na necropsia verificou-se lesão bem delimitada, na base do lobo frontal esquerdo. Esta região passou desde então a ser considerada a sede da palavra falada e conhecida como área de Broca. Foi aí a primeira correlação evidente de função mental com área cerebral localizada.

A partir daí as observações dos cientistas não pararam mais. Hoje temos enorme acervo destas descrições, em que modificações dos mais diversos estados mentais se ligam a aspectos fisiológicos ou patológicos de áreas cerebrais. Estes estudos definiram regiões corticais especialmente destinadas ao processamento da visão, da audição, da sensibilidade, da motricidade e de muitas outras funções. Estas regiões ainda se subdividem em múltiplas outras, cada uma dirigida ao processamento de aspectos específicos de um dos sentidos. Em muitas

delas já foram descritos mapas detalhados, que avaliam aspectos representativos do corpo ou do mundo, no espaço e no tempo.

Estas observações permitiram que até funções aparentemente globais, como vigília, atenção e consciência, pudessem ser correlacionadas com regiões circunscritas do cérebro. Isto se contrasta com o conceito anterior, pelo qual estas funções seriam atributos do sistema nervoso como um todo. Afinal, seria a consciência uma função cortical difusa, compatível com a sua nobreza? Ou seria algo mais primitivo, vinculado a alguma regiãozinha localizada, sem charme?

Existem alterações da consciência que são fisiológicas e, portanto, normais. Afinal, todas as noites nós nos deitamos em nossa cama e passamos várias horas inconscientes. Sabemos bem que o sono é fisiológico e que representa um estado de inconsciência normal. Sabemos também que este estado só não é totalmente inconsciente porque de vez em quando uma onda confusa e tumultuada de atividade consciente o invade. São os sonhos, com seu conteúdo obscuro e emocional. Fora os sonhos e algumas situações patológicas, os estados de consciência e de vigília se manifestam quase sempre juntos e são propriedades que se completam. Estudando um, teremos informações sobre o outro.

Temos um marcador externo do que seja sono ou vigília. Isto quer dizer que, independente do sujeito informar se está ou não acordado, o pesquisador dispõe de um exame que o informa. Tanto a vigília como o sono e mesmo o sonho são marcados por modificações em registros gráficos bem conhecidos, há mais de cem anos: o eletroencefalograma. O EEG exhibe atividades cerebrais bem características para cada fase do sono. Demonstra assim, de acordo com o tipo de onda registrada, qual o nível de consciência em dado momento, se estamos em sono leve, profundo ou sonhando. O EEG mostra ainda detalhes que caracterizam níveis intermediários, incluindo a sonolência e o despertar, nas quais o fenômeno consciente flutua e perde a nitidez. Até estados de meditação e hipnose podem produzir alteração do sinal gráfico. É um método que nos introduz à física da consciência (Jouvet, 1992). Estes registros já demonstram uma maneira de observar a consciência “do outro”.

O homem pode também controlar o estado de consciência de outro homem, para benefício deste. Quem já foi submetido a anestesia geral sabe como as reações químicas podem influir na consciência. Os anestésicos gasosos ou venosos têm dois objetivos maiores: a analgesia e a inconsciência. Eles provocam alterações nas sinapses, onde compe-

tem com os neurotransmissores ou inativam os neurorreceptores. Atuam também nas membranas celulares, dificultando as trocas iônicas. Isto quer dizer que o nosso cérebro para de funcionar como de costume. O anestesiológico pode assim manipular quimicamente a consciência e ainda registrar toda a história. Há vários marcadores indicativos do estado de consciência, além do EEG. Por meio desta monitorização pode-se aferir com segurança o nível de consciência do paciente.

Mudando agora para a patologia, os exemplos mais representativos da correlação corpo-consciência são fornecidos pelos casos clínicos graves. Ao se imaginar uma situação médica crítica que signifique inconsciência, lembramos logo do estado de coma. Trata-se daquele estado em que há inconsciência total, verdadeira ausência de resposta: o paciente não acorda, não responde ao comando verbal, movimenta-se pouco ou nada e nem abre os olhos.

Conhecemos muitas condições que podem levar ao estado de coma, mas o nosso foco é definir como o fazem. Parece consistente a hipótese de que, se encontrarmos uma estrutura cuja lesão leve ao coma, estaremos perto de definir o substrato anatômico da consciência. Se identificarmos o tipo, a característica e a localização deste tipo de lesão, teremos informações importantes para a solução do mistério.

Já sabemos que o acometimento cortical difuso pode comprometer a consciência, como acontece nas meningites, hemorragias, em intoxicações (inclusive por drogas) e em distúrbios metabólicos (como no diabetes). Estaria assim a consciência distribuída em todo o cérebro, como foi durante tanto tempo a opinião geral?

Todo neurocirurgião pode questionar esta ideia. Cada um deles conhece casos de pacientes que tiveram grandes lesões cerebrais e permaneceram conscientes. Isto pode acontecer, por exemplo, em traumas de crânio, em grandes contusões em ambos os lobos frontais, ou nos lobos temporais. Mesmo quando se extirpa cirurgicamente todo um hemisfério cerebral (sim, há algumas indicações médicas para isto), os pacientes podem permanecer conscientes até durante a cirurgia, se operados com anestesia local. À primeira vista, se estas grandes lesões não causam coma, só as enormes o fazem.

Mas cada neurocirurgião conhece também o outro lado da história. São aqueles casos em que houve uma lesão muito pequena e que o paciente não mais acordou. Há mais de meio século conhecemos estas lesões discretas, circunscritas, que podem levar ao estado de coma. Parece que isso independe da causa da lesão (trauma, AVC,

cirurgia, tumores), mas essencialmente da área cerebral atingida (Plum & Posner, 1977).

Parece então que as lesões difusas causam o coma por atingirem “todo” o córtex ou pelo fato de também atingirem aquelas regiõezinhas estratégicas.

Quais são estas áreas tão estratégicas? O que podemos aprender com elas?

Áreas pequeninas constituem a base principal

O maior legado dos médicos do século XIX foi a contribuição à arte do diagnóstico. Eles eram mestres na descrição. Faziam relatos rigorosos dos sinais físicos encontrados nos pacientes, associando-os com determinada doença ou lesão. Esta foi uma época de grande desenvolvimento da anatomia patológica, quando descrições de achados de necropsia eram analisadas à luz da história clínica dos pacientes. Este trabalho possibilitou (e ainda possibilita) esclarecer muitos mecanismos de doenças. Na área da Neurologia, a medicina francesa despontou, produzindo uma geração fortíssima de pesquisadores, como Charcot, Broca, Duchenne, Babinski e outros.

Dentre eles estava Gayet, que em 1875 descreveu com detalhes uma lesão ocorrida no tronco cerebral, resultando em estado de coma. Sua publicação teve grande impacto e acabou por construir a hipótese de que as tais lesões impediam a vigília, ao bloquear impulsos entre o corpo e o córtex cerebral.

Foi um achado importantíssimo para a clínica. Hoje os neurologistas conhecem numerosas doenças que causam lesões circunscritas do tronco e levam ao coma. Aliás, qualquer médico que lida com emergência sabe disso. Tronco encefálico funcionando significa consciência; tronco lesado significa coma.

Esta correlação tornou-se também inevitável para o esclarecimento do funcionamento cerebral. Se a lesão de uma estrutura provoca o coma, seu bom funcionamento é o que viabiliza o estado consciente. Quem sabe o mecanismo da consciência possa ser algum tipo de ativação cortical a partir de estruturas do tronco encefálico?

Este poderoso tronco é uma estrutura pequena. Já vimos que ele é o alargamento da medula, como se fosse um talo, rumo ao cérebro. Encontra-se na porção posterior do crânio, perto da nuca. É uma organização concentrada, densa, onde feixes brancos de fibras sensiti-

vas e motoras convivem com núcleos de substância cinzenta de funções múltiplas. Por que sua lesão provoca esta catástrofe? Será mesmo por bloqueio de impulsos? Qual de suas partes é indispensável para a consciência?

Já no século XX os pesquisadores observaram algumas similaridades entre o estado de coma e o sono normal. Em ambos há inconsciência. Hans Berger, o inventor da eletroencefalografia, já relatava que em ambos estados se encontram modificações semelhantes no EEG, com lentificação difusa das ondas do traçado e grande sincronização dos ritmos cerebrais. Deveria haver uma fonte responsável por isto.

Em 1949 veio a resposta. O médico italiano Giuseppe Moruzzi descreveu a formação reticular, pequenina estrutura situada no interior do tronco encefálico, cujo estímulo leva ao estado de vigília e cuja lesão provoca o estado de coma (Moruzzi & Magoun, 1949). A formação reticular (FR) é a estrutura que se procurava. Trata-se de conjunto de pequenos núcleos de neurônios que à primeira vista parecem uma rede, um retículo, de onde vem o nome. Espalham-se ao longo do tronco (Figura 8), em organização física não muito conhecida, ainda hoje. O que se sabe bem é que as lesões que atingem esta FR são justamente as tais estratégicas, as causadoras de coma (Plum & Posner, 1977; Damásio, 2000).

A FR faz parte do chamado sistema reticular ascendente, conglomerado de núcleos conectados ao tálamo, hipotálamo e córtex. Possui funções definidas na vigília e nos estados de alerta. Foram descritos inúmeros pequenos núcleos participantes de seu conjunto, ou anexos. Alguns deles carecem de definição anatômica mais precisa. Outros foram bem caracterizados e definem elegantes sistemas de neurotransmissores, com ampla repercussão na função cortical. Entre eles destacamos o chamado *locus ceruleus* e os *núcleos da rafe*. Estes pequeninos núcleos com nome estranho constituem importantes sis-

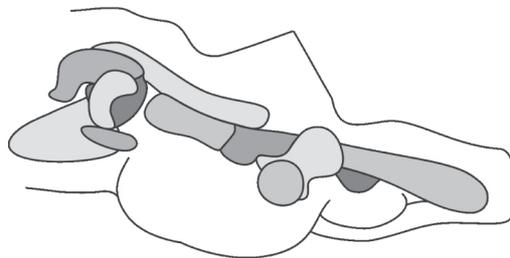


Figura 8. Posição da formação reticular no tronco encefálico

temas moduladores de atividade cerebral. Cumprem funções de ativação ou inibição cortical difusa, sendo essenciais para a manutenção do estado consciente.

Não podemos falar mais que a consciência seja função do cérebro como um todo. Apesar de sabermos que disfunção cortical difusa bilateral pode causar coma, agora já conhecemos também pequenas estruturas que constituem fator decisivo independente.

Estudos mais recentes mostraram outras pequenas áreas importantes na consciência, além das do tronco. Assim, pequenas lesões bilaterais no diencéfalo (nos chamados núcleos intralaminares do tálamo ou na região posterior do hipotálamo) podem também levar a importantes alterações da consciência. Se as disfunções das estruturas forem mais intensas, produz-se o estado de coma ou quadros demenciais. As menos graves causam modificações parciais da consciência (Bogen, 1995).

Hoje o tronco e o tálamo são mesmo considerados como o conjunto estrutural básico para funções como vigília, atenção e consciência. São condições anatômicas mínimas para viabilização destes estados. Plum considera estas áreas como as responsáveis pela essência da consciência e os hemisférios cerebrais pelo seu conteúdo (Plum & Posner, 1977).

Deveremos nos aprofundar no estudo destas áreas e de suas conexões, para melhor entendermos seu funcionamento. Verificaremos que a FR faz parte de sistema que se conecta no tálamo e também de outro que o salta, indo direto ao córtex (Hobson & McCarley, 1977). Verificaremos que os processos cognitivos estão no córtex (como prova o EEG) e que o tálamo é um intermediário crítico entre a FR e o córtex. Procuraremos então entender as maciças conexões entre FR e tálamo, entre tálamo e córtex e entre as diversas áreas corticais entre si. Tentaremos finalmente descobrir como este mar de células pode constituir redes neurais eficazes e acabar por desencadear algo tão inesperado como um percepto consciente.

Quando a sensação se dissocia da consciência

Os termos sonolência, obnubilação, estupor e coma são indicativos de disfunções da consciência em diferentes níveis. Todos eles indicam comprometimento do estado de consciência de maneira difusa, sendo que o que difere é a intensidade. Há também aquelas modificações parciais, focais, que atingem apenas um aspecto do fenômeno

consciente. São os casos em que o paciente pode estar bem desperto, acordado, mesmo atento, mas parte do conteúdo de sua consciência se foi. Estes casos peculiares ocorrem em lesões cerebrais localizadas, muitas vezes causadas por AVC, trauma ou tumor. As correlações entre lacunas no cérebro e defeitos na consciência tornaram-se evidentes especialmente depois dos recursos do diagnóstico por imagens. Eles nos trouxeram informações sobre partes da engrenagem da consciência, possibilitando a pesquisa da influência de cada componente no funcionamento global. Nestes estudos, alguns destes caminhos foram apontados por achados surpreendentes, inusitados mesmo.

Existe um grupo de lesões cerebrais que causam alterações estranhas. São os casos em que há aparente dissociação entre alguma função cerebral e a consciência desta função. O paciente sente, mas não sabe que sente, identifica, mas está certo que não. Por outro lado, há aqueles que não percebem, mas juram que sim. Podemos aproveitar estas inconsistências para deduzir quais vias neuronais podem ser essenciais à consciência, diferenciando-as das que não o são.

Você consegue imaginar, por exemplo, uma pessoa cega que “consegue ver”? O psicólogo inglês Lawrence Weiskrantz nos introduziu este tema com a sua hoje famosa *blindsight*, ou visão cega (Weiskrantz, 1991). Seus relatos mostram pacientes que nada enxergam, mas são capazes de reagir ou mesmo adivinhar estímulos visuais que surgem à sua frente. Eles nada têm de errado com seus olhos. Sua cegueira é causada por doenças cerebrais que atingem as áreas visuais primárias, no cérebro. O córtex visual está situado na região occipital, bem na ponta posterior do hemisfério cerebral. Se a lesão é unilateral, estes pacientes não enxergam a metade do campo visual, do lado oposto à lesão. Ao caminhar, passam a trombar nos móveis situados daquele lado do campo. Se a lesão é bilateral, ficam completamente cegos. Não relatam então nenhum tipo de fenômeno visual. O que é surpreendente nestes casos é que estes pacientes, apesar de cegos, reagem a determinados estímulos visuais. Se lhes apontarmos um determinado objeto, não o veem. Mas se este objeto se move rapidamente em sua direção, apresentam reflexo de susto ou fuga. Se apresentarmos figuras a um destes pacientes e pedirmos que as discrimine, ele nega essa capacidade. Ao reapresentarmos as mesmas figuras, misturadas com outras, e pedirmos que ele “adivinhe” quais haviam sido apresentadas anteriormente, o paciente “tenta” a adivinhação e acerta.

Como pode isto ocorrer? Estariam as informações indisponíveis para a consciência, mas à disposição de outros circuitos cerebrais?

Aparentemente são dissociações entre sistemas e subsistemas neuronais, que nos surpreendem pela incoerência entre o subjetivo e o objetivo. Sabe-se hoje que as respostas corretas são construídas em circuitos subcorticais da visão. Estes circuitos estão em regiões primitivas, no tronco encefálico. Nas lesões do córtex visual, estas estruturas são preservadas e atuam de maneira inconsciente. As respostas dos pacientes fazem parte de reflexos que se completam abaixo da área cortical atingida pela doença. Talvez estes reflexos constituam o componente principal do sistema visual de animais primitivos, como os répteis. Eles dispõem de córtex apenas rudimentar, mas conseguem ver muito bem. Estes casos ilustram a possibilidade de se sentir sem perceber, de se interagir de maneira inconsciente.

E se, de repente, você não conseguir mais reconhecer sua mulher, ou seu pai? Este é outro exemplo de dissociação, conhecido há mais de um século. É o daqueles pacientes que perdem a capacidade de reconhecer faces. Conseguem descrever detalhes daquele rosto, como olhos, nariz ou boca e sabem perfeitamente que se trata de uma face. Só não sabem de quem. Chegam a perder a faculdade de reconhecer qualquer rosto, incluindo do cônjuge e dos filhos. Não reconhecem nem a própria imagem no espelho. Este problema é chamado de prosopagnosia. Um destes casos foi admiravelmente descrito em livro de Oliver Sacks. Estes pacientes podem identificar as pessoas pela voz, pelo tato ou até pelo cheiro, mas não pela visão. Estão conscientes, enxergam perfeitamente o rosto, mas não o identificam. Não completam a função da percepção consciente. Esta disfunção se deve a lesão cerebral circunscrita, no lobo temporal (Sacks, 1973).

Imagine agora a situação do médico que esteja examinando um paciente com paralisia no braço e perna esquerdos, por vasto AVC no hemisfério direito (um lado do cérebro comanda o lado oposto do corpo). Ao perguntar ao paciente quando ocorreu a paralisia, este responde que deve haver algum engano, pois não há paralisia alguma. Concorde que teve um derrame, mas reafirma que pode se movimentar perfeitamente. O médico pede que ele levante o braço direito (o “bom”) e ele o faz. Em seguida, o desafia, pedindo que levante o braço esquerdo. O paciente fica quieto. O médico pergunta por que não o fez e ele responde: porque não quis. Como o médico deveria julgar?

Não, não é uma simulação. É um fenômeno denominado negligência, ou anosognosia. Ocorre em pacientes com lesão na transição das regiões parietal e temporal do hemisfério direito. Estes pacientes negam (negligenciam) as informações provenientes do campo perceptual do lado esquerdo, contralateral à lesão. Assim, o paciente hemiplégico

nega que seu braço esteja paralisado. Ao pedirmos que movimente o braço paralisado, ele se confunde e dá respostas evasivas.

Se solicitarmos a um destes pacientes que desenhe um relógio, ele desenhará a metade do mesmo, já que negligencia também a outra metade de seu campo visual. Eles não têm distúrbio algum na visão, não trombam nem colidem com os objetos, enxergam-nos bem. O que ocorre é que o detalhe do processamento perceptivo concernente ao reconhecimento não atinge a consciência. E o problema não se restringe à percepção, ocorre também nos processamentos de memória. Se pedirmos a um destes pacientes que feche os olhos e descreva um local que conheça muito bem, ele descreverá a metade daquele local (Ramachandran & Blakeslee, 2002).

O neurocientista indiano Ramachandran observou que os pacientes com anosognosia podem nos ajudar a entender determinados mecanismos inconscientes, inclusive alguns descritos pela psicanálise. Salienta as diferentes estratégias usadas pelos dois hemisférios cerebrais ao lidar com situações de conflito. O hemisfério esquerdo, mais envolvido com linguagem e com consistências cognitivas em geral, tenta sempre um ajuste entre as informações de suas múltiplas fontes. Procura conceber uma resposta de qualquer jeito, que impeça a indecisão, que agilize a ação. Para isso, utiliza mecanismos diversos, inclusive negação, racionalização, confabulação, dissociação e outros, mesmo que não sejam adaptativos. O importante é a ação. Se a inconsistência atinge um limiar, o hemisfério direito intervém, obrigando uma revisão na interpretação anterior. No caso do AVC à direita, prevalecem os mecanismos do hemisfério esquerdo (Ramachandran, 1995).

Ainda mais didáticas são as observações dos portadores do “cérebro dividido”. Estes são pacientes que se submeteram a uma cirurgia em que foi seccionada a estrutura que une os dois hemisférios cerebrais, o chamado corpo caloso. Ele é o espesso feixe de fibras responsável pela comunicação entre os hemisférios. Esta operação, chamada calosotomia, está indicada em alguns casos de epilepsia refratária e apresenta bons resultados no controle das crises convulsivas. Entretanto, a impossibilidade de contato entre os hemisférios traz alterações detectáveis em parte do funcionamento mental.

Estas alterações foram bem estudadas, dando inclusive o Nobel de Medicina em 1981 para Roger Sperry. Ele evidenciou grandes diferenças na maneira como cada hemisfério cerebral interpreta uma informação. Se uma imagem for direcionada ao campo visual direito

(portanto, ao hemisfério esquerdo), o paciente a descreve de maneira verbal, sem problemas. Mas se for apresentada ao campo visual esquerdo (hemisfério direito), o paciente diz que nada viu, ou que viu somente um *flash* de luz (Sperry, 1968).

Em um experimento com um paciente submetido à calosotomia, Michael Gazzaniga (que trabalhou muitos anos com Sperry) mostrou simultaneamente imagens diferentes para cada um de seus hemisférios cerebrais, com técnicas em que a projeção para um hemisfério era inacessível ao outro. Projetou um pé de galinha para o hemisfério esquerdo e uma paisagem com neve para o hemisfério direito. Em seguida, o paciente deveria optar, entre várias fotografias de diversos objetos colocadas à sua frente, as que fossem condizentes com as projeções anteriores. O paciente pegou a imagem de uma galinha com a mão direita (comandada pelo hemisfério esquerdo, que viu o pé) e a imagem de pá com a mão esquerda (que obedece ao hemisfério direito, que viu a neve). A escolha de cada mão foi, assim, aparentemente condizente. Ao se pedir que explicasse o motivo das escolhas, veio a surpresa: “O pé de galinha vai com a galinha e é preciso uma pá para limpar o galinheiro”. Por que limpar o galinheiro e não retirar a neve? Por que esse erro? É que o hemisfério esquerdo, o da linguagem, é o que sempre dá a explicação. Ao esclarecer o processo dentro de seus limites, ele o faz bem. Entretanto, ao tentar explicar a opção pela pá, ele não dispõe de dados (o falante hemisfério esquerdo não viu a neve). Inventa então uma história a partir dos dados de que dispõe (o pé de galinha), em vez de confessar sua ignorância. É assim que a coisa funciona (Gazzaniga, 2002).

Em outro experimento foi confirmada esta tendência. Foi feita a projeção de várias imagens em sequência para um ou outro hemisfério. Uma das imagens tinha conteúdo emocional (uma mulher nua) e foi dirigida somente ao hemisfério direito. O paciente enrubesceu e deu uma discreta risadinha, mas negou que tivesse visto algo. Ao ser questionado pelo motivo do riso, respondeu: “Vocês são muito divertidos”.

Chamamos estas “invenções” de confabulação. O hemisfério direito tem noção imediata e intuitiva das situações. Já o esquerdo procura a coerência da situação e, se não encontra, tende a inventar. Como ele é o responsável pela linguagem, surge a versão confabulada.

Mesmo em cérebro íntegro, quando os dois sistemas hemisféricos se complementam, há situações em que há o predomínio de um deles. Muitas das nossas explicações mais intelectualizadas podem estar ri-

diculamente distorcidas, influenciadas por mecanismos bem distantes de nossa lógica consciente (Springer & Deutsch, 1998; Gazzaniga & Heatherton, 2005). A psicanálise os chama de mecanismos de defesa psicológica. Vemos assim um exemplo de como hoje é possível avaliar as ideias de Freud à luz da neurociência (Galín, 1974).

Sperry se perguntou se a consciência estaria restrita ao hemisfério esquerdo. O hemisfério direito possuiria um fluxo verdadeiro de consciência ou seria um autômato agnóstico, como alguns sugeriam? Concluiu que os dois hemisférios possuem algum tipo de consciência, bem adequada. Um argumento é que o tronco encefálico é ligado a ambos, que dormem e acordam simultaneamente. Além disso, as experiências em que cada mão escolhe o objeto anteriormente visualizado não deixam dúvidas a respeito. Confirmando esta posição, há o fato de que nenhum paciente submetido à calosotomia sentiu qualquer mudança na experiência do *self* após a operação.

Entretanto, os mecanismos da atenção podem ser exigidos de forma independente por cada hemisfério, fazendo com que um seja superior ao outro em determinadas situações, especialmente em tarefas difíceis. As experiências dissociativas acima são bons exemplos, no que se refere à consciência focal.

As informações cognitivas mais elevadas são processadas no córtex, em um dos hemisférios. O acesso a elas seria restrito ao hemisfério esquerdo, o da linguagem e do raciocínio lógico? Sperry negou, mostrando que, mesmo no que tange à consciência superior, o hemisfério direito não fez feio. Em diversas experiências, o “hemisfério menor” é capaz de fazer analogias, lidar com símbolos, fazer pequenas contas ou mesmo compreender alguma coisa da linguagem falada ou escrita. Concluiu que se trata de uma segunda entidade consciente, definitivamente humana e que trabalha em paralelo com o fluxo consciente dominante, que ocorre no hemisfério esquerdo (Sperry, 1968).

Não há como negar consciência ao hemisfério direito só porque ele não sabe falar. A conclusão é que a consciência surge pela integração (no tempo e espaço) de informações disponíveis nos diversos módulos neuronais.

Vamos resumir. Vimos antes que os pacientes em coma ou anestesiados têm a consciência básica comprometida e, com ela, todas as outras formas de consciência. Já os pacientes com visão cega, prosopagnosia, negligência ou calosotomia estão despertos, sensíveis e por vezes atentos. Têm, portanto, sua consciência básica preservada. O que ocorre é uma dissociação entre sistemas funcionais (como

sensação e percepção), com resultante prejuízo para as formas superiores de consciência.

Os exemplos são numerosos demais, com maior ou menor comprometimento da atividade consciente. É o que ocorre também nas chamadas amnésias, afasias e agnosias, quando acontece empobrecimento do conteúdo da consciência. Da mesma forma sucede nas lesões bilaterais dos lobos temporais, que limitam a memória autobiográfica. Se as lesões atingirem os chamados hipocampos, impede-se a construção de novas memórias, limitando o crescimento do conteúdo da consciência.

Lesões bilaterais de um córtex sensorial (visual, olfatório etc.) comprometem somente esse sistema, causando uma lacuna na imagem do mundo. Estas alterações restringem, mas não impedem a consciência. A maioria das lesões corticais restritas se comporta assim. Podem atingir um sistema sensorial, uma forma de memória, a expressão de emoções, o movimento ou a linguagem, mas a consciência básica permanece (Damásio, 2000).

Conseguimos assim localizar o problema. Pelo menos a informação grosseira, macroscópica, está garantida. Usando simplesmente um EEG, conseguimos detectar ondas elétricas cerebrais e, pelo seu padrão, definimos o estado de consciência: sono, vigília, sonolência, despertar. Só isso já localiza a consciência no sistema nervoso. A comprovação química também foi fácil: bloqueando-se a função neuronal pela ação de anestésicos, impedimos qualquer sensação consciente. Os estudos de lesão mostraram que lesões cerebrais difusas comprometem a consciência com gravidade proporcional. Evidenciaram ainda que algumas lesões do tronco encefálico são incompatíveis com a consciência, comprovando a total relação com a formação reticular. Finalmente, mostramos que lesões corticais focais solapam aspectos específicos da consciência, determinando comportamentos peculiares aos pacientes.

Estes estudos comprovam definitivamente que o fenômeno da consciência depende básica e integralmente do encéfalo. Seu estudo deve ser feito nas áreas, células e moléculas do sistema nervoso. Nós assim conseguimos localizar o ponto nevrálgico da consciência no tronco cerebral e seu processamento espalhado pelo tálamo e córtex. Já havíamos visto como surgiu e evoluiu sua função nos seres vivos e como se desenvolve habitualmente nos bebês. Das perguntas sobre a consciência, já repassamos: o “quê”, o “quem”, o “onde” e até o “porquê”. Falta o “como”.

CAPÍTULO 10

DA VIGÍLIA AO PENSAMENTO

“O cérebro conhece mais do que a mente consciente revela.”
(António Damásio, neurocientista português)

“A base física do espírito é a sensibilidade.”
(Farias Brito, filósofo brasileiro)

Vigília: fator determinante

Você está neste exato momento lendo este livro, usando e abusando dos recursos de sua consciência. Pense um pouquinho sobre quais funções biológicas estão sendo acionadas agora, para viabilizar esta sua leitura consciente. Em primeiríssimo lugar você precisa estar acordado. Aliás, bem acordado, pois, se cochilar, para de ler no mesmo instante. A vigília é a primeira condição para a consciência. Permite o fluxo das sensações, pelas quais você vê o livro, suas páginas de papel branco e os rabiscos escritos nelas. Logo depois vem a atenção: você deve estar focado na leitura. Caso não esteja concentrado, as frases e os parágrafos passarão pelos seus olhos sem que sentido algum seja efetivamente apreendido. Depois vem a percepção propriamente dita, pela qual você delimita cada letra, palavra e frase, combinando-as em seus conjuntos e identificando-as como unidades. Para isso, você está utilizando vários tipos de memória, desde a de longo prazo, que lhe possibilita recordar o significado de determinada palavra, até a memória de curto prazo, que lhe permite lembrar-se da primeira frase do parágrafo no momento em que você está lendo a última. Surge então o tempero das emoções, com as quais você empresta valor ao texto, considerando-o, por exemplo, bom ou ruim. Finalmente, no caso específico desta leitura, você precisa compreender a língua portuguesa, sintática e semanticamente. A tarefa é mesmo complexa. Se uma destas condições não se completar, sua leitura estará prejudicada.

Todos estes componentes da fisiologia estão ocorrendo em você agora, simultaneamente. Fundamentais para a definição do fenômeno consciente, eles podem ser mesmo considerados sua base funcional. O estado de vigília é determinante para qualquer estado de consciência, sendo o fator isolado mais importante. Já os mecanismos da

atenção se destacam nas consciências focal e superior. Veremos que os substratos anatômicos da vigília e da atenção têm muito em comum com os da consciência, a começar pelas origens no tronco encefálico e conexões no tálamo e no córtex. Já a anatomia da memória e da linguagem, fundamentais para a consciência superior, alojam-se principalmente nos lobos frontal e temporal.

Em biologia é importante correlacionar cada função com suas estruturas responsáveis (Piaget, 1967). Consciência, vigília, atenção, sensação, percepção, memória, emoção e linguagem são termos que caracterizam funções, e nós os diferenciamos semanticamente bem. São vocábulos criados pelos homens para definir determinados estados de seu corpo-mente. Eles formam sistemas fundamentais para a regulação do organismo e suas trocas com o meio. Se os analisarmos do ponto de vista estrutural, veremos que nenhum é estanque: eles se misturam e derivam uns dos outros. Como as estruturas são muito mais numerosas do que as funções, estas não são representadas por composições bem individualizadas, ou adequadamente separadas entre si. A função não tem anatomia clara, não apresenta fronteiras delimitadas. São circuitos espalhados pelo cérebro e até certo ponto embaralhados, demonstrando que a diferenciação semântica entre estas funções é mais artificial do que se imagina. Os mamíferos superiores possuem a maioria destas funções, mas somente os seres humanos dispõem de todas elas. Assim mesmo, só as utilizam plenamente quando estão acordados. Pode-se graduar a consciência pela presença destes componentes funcionais e pela eficácia de seu uso. O que conseguirmos entender sobre a anatomia e a fisiologia destes componentes poderá nos trazer informações úteis sobre as áreas cerebrais e vias neuronais da consciência.

Começemos pelo ciclo sono-vigília. Sabemos que o despertar acende a consciência e que o sono a apaga. A condição de vigília ou de sono determina então o estado da consciência. Dormiu, some a consciência. É simples assim.

É simples, mas não é tanto. Sabemos que há profundidades diferentes de sono, que há sono leve e pesado. O estado de vigília já se modifica na sonolência, quando deprimimos o nível de consciência. Após dormirmos, aprofundamos progressivamente o sono e a inconsciência. Durante os períodos de sonho ressurgem o fenômeno consciente, invadindo o sono. A cada noventa minutos o sono se superficializa e se aprofunda novamente, em ciclos que se repetem durante toda a noite. Cada estágio é bem conhecido, em sua manifestação física e

fenomênica. Sabemos muito do traçado eletroencefalográfico e da biologia do ciclo sono-vigília.

O chamado ciclo circadiano (concernente ao período de um dia) é dirigido pelo hipotálamo, considerado nosso relógio biológico. Ele apenas inicia o processo, sinalizando para outros neurônios que é hora de despertar. Utiliza as vias que o conectam com o tronco encefálico, onde suas células fazem sinapse na formação reticular, nossa velha conhecida. Nessa formação e em núcleos anexos encontram-se os neurônios que produzem as substâncias responsáveis pelo despertar e pela manutenção da vigília. Estas substâncias são os neurotransmissores, elementos químicos capazes de estimular outros neurônios. Para que um animal desperte, estes neurotransmissores estimulam neurônios do tálamo e os do córtex.

O mais importante dos neurotransmissores envolvidos com o estado de vigília chama-se noradrenalina, que é produzido por células que se localizam no tronco, naquele pequeno núcleo com o nome latino de *locus ceruleus*. Outro neurotransmissor fundamental para nos manter acordados é a serotonina, produzida pelos neurônios dos chamados *núcleos da rafe*. Os prolongamentos dos neurônios situados nestes núcleos seguem trajetória radial, em leque, atingindo a maioria das regiões corticais, onde liberam seus produtos. É como se fosse um chafariz, que nasce no tronco e sobe, irrigando todo o cérebro com seus apimentados neurotransmissores.

Por outro lado há o grupo responsável pelo sono, representado principalmente pela acetilcolina. Este neurotransmissor (o primeiro que foi descoberto, com Nobel de 1936 pra Otto Loewi) atua especialmente no tálamo, como inibidor, mostrando-se importante tanto na indução como na manutenção do sono.

Os dois sistemas (adrenalina-serotonina ou acetilcolina) levam sua influência a vastas áreas do encéfalo e competem entre si. Dependendo de qual for o vencedor, ficaremos acordados ou dormiremos (Hobson, 1994; Lent, 2001).

A atuação deste sistema duplo se faz pela modulação da excitabilidade dos neurônios banhados, aumentando ou diminuindo seu nível de atividade. Por isso, são também chamados neuromoduladores. O sistema predominante determina o “microclima” químico que prevalece em determinada região do encéfalo. A consequência é a maior ou menor excitabilidade das células moduladas e a seleção entre os estados de sono ou vigília, com a determina-

ção do nível de consciência. No estado de vigília, os neurônios talamo-corticais ficam mais despolarizados, próximos ao limiar de disparo, facilitando muito sua atividade. Na verdade, não é o despertador que nos acorda, são os neurotransmissores do tronco (FR), contando com a ajuda de alguns outros produzidos no diencéfalo. A formação reticular conquista assim sua segunda medalha de ouro como responsável pela consciência. O tálamo está sempre junto, no meio campo.

Esta é uma noção importantíssima para nós. Neurônios podem ser modulados, aumentando ou diminuindo sua excitabilidade e determinando situações subjetivas tão peculiares como estar ou não acordado. Isto nos indica o caminho interessante escolhido pela natureza para adaptar o indivíduo aos ciclos do dia e da noite. Neurônios corticais funcionam menos à noite, por isso nós dormimos. Funcionam mais durante o dia e temos esta sensação de estarmos acordados. Por que não extrapolar esta noção? Sabemos que estas funções de controle do ciclo circadiano são filogeneticamente antigas, aparecendo já em espécies com sistema nervoso bem simples. Por que não pensar que a evolução possa ter adaptado esta função para voos mais altos? As mutações de sucesso geralmente representam pequenas modificações de antigas estruturas, apenas fazendo-as funcionar melhor.

A geração destes estados globais facilitadores da relação do indivíduo com o meio pode ser uma das funções primordiais do cérebro. São estados de grande coerência intrínseca dos sistemas, modulados por grupos neuronais especializados e impulsionados pelos estímulos sensoriais. A modulação neuronal que ocorre na vigília pode ser a chave para entender outros processos, como a atenção, as percepções e a consciência (Llinás & Paré, 1991).

Sensação, percepção, atenção: conceitos componentes

Vamos refletir agora um pouco sobre o que são as nossas sensações. Mais que isto, vamos tentar vislumbrar como cada sensação pode virar percepção. Verifiquemos como sensação e percepção se diferenciam e como se relacionam com a consciência.

Vejamos, de início, como as várias coisas se manifestam a cada momento em nossa consciência, neste fluxo de imagens, pensamentos, memórias e sentimentos. Podemos logo notar que é a imagem visual que geralmente ocupa a posição de destaque no fenômeno consciente. É esta imagem colorida enorme à nossa frente, esta “telona” de tantas polegadas quantas necessárias para cobrir um ângulo visual de 180 graus. Estamos inundados de imagens visuais.

Além destas, estamos também imersos em imagens não visuais, oriundas de sons, texturas, odores e sabores. Todas elas são chamadas sensações e servem para nos apresentar o mundo. Elas compõem a maior parte do conteúdo da consciência básica. Estar consciente é, em grande parte, ter sensações.

Há muito tempo sabemos que as sensações estão ligadas aos órgãos dos sentidos e ao sistema nervoso (Farias Brito, 1912). Hoje temos descrições detalhadas de cada sistema sensorial, desde seus receptores periféricos, passando pelos nervos, pelo tálamo e até cada diferente região cortical dedicada a cada sensação.

Em determinado momento estas sensações passam por um processo de elaboração e mudam de *status*. Isto ocorre quando, ao observarmos a ampla imagem da telona, delimitamos um único objeto e o extraímos das demais imagens do fundo. Assim que individualizamos e identificamos o tal objeto, já se pode falar de percepção. Isto representa a somatória ou a conclusão de um complexo mecanismo neuronal, que começa no órgão de sentido correspondente, processa-se em diversas áreas do cérebro e de alguma forma termina em imagem unificada e clara. Os circuitos neuronais neste caso se perfilam tanto de forma hierárquica como em paralelo, e o processamento pode ser sequencial ou simultâneo. A partir deste momento a imagem tem significado e é contextualizada. Torna-se útil. Em última análise, as imagens percebidas representam conceitos sobre o ambiente e sobre nós mesmos. Servem de base para a ação.

Humphrey salienta a importância da diferenciação entre sensação e percepção para se compreender devidamente a consciência. Ele argumenta que a sensação é um tipo de atividade corporal desencadeada pela impressão do estímulo ambiental em nossos órgãos de sentido. Ela se encontra, portanto, no limite temporal entre o “eu” e o “não eu”. Refere-se ao presente e tem um tempo de sobrevivência. A progressiva sofisticação dos mecanismos das sensações é que abriu a possibilidade da percepção. A delimitação de um objeto e de sua individualização permite identificá-lo como “não eu”. Procuram-se então informações específicas sobre o mesmo, podendo-se elaborá-lo de forma diferenciada. O objeto passa a ser “percebido”. O autor indica que as sensações remetem à pergunta “o que está acontecendo comigo?”, ao passo que as percepções sugerem “o que acontece fora de mim?” (Humphrey, 1994). Assim, um gosto azedo é sensação e o gosto de limão é percepção. Perceber uma casa não é ver um objeto que entra pelos olhos, mas, ao contrário, é assinalar um objeto no qual se vai

entrar (Piaget, 1967). Podemos oscilar entre o prazer de uma sensação e o interesse de uma percepção. O processamento perceptual usa com frequência as informações sensoriais, mas é provável que ele ocorra de forma independente do mecanismo das sensações. Há casos clínicos comprovando a dissociação entre ambos, com predominância de um ou de outro. A distinção entre sensação e percepção encaixa muito bem na taxonomia aqui proposta dos níveis de consciência. Assim como as sensações constituem o principal componente da consciência básica, o percepto domina a consciência focal.

O estudo da sensação e da percepção pode então se tornar a chave para a decifração de vários enigmas da consciência. Hoje é possível, por exemplo, identificar um determinado estímulo visual que foi percebido e diferenciá-lo de estímulo semelhante que não o foi. Verificando-se quais neurônios se ativaram em um e em outro caso, podemos nos encaminhar para a anatomia responsável, especialmente a das fases finais da construção de estado consciente, aquelas etapas que ocorrem no córtex (Crick, 1990). Veremos isto em outro capítulo. Por enquanto continuaremos na avaliação de estados cognitivos vinculados à consciência.

Paremos um instante agora. Se observarmos o conteúdo da nossa consciência neste exato momento, constataremos algo interessante. Apesar de todas as imagens, pensamentos e memórias que estejam fluindo, existe uma coisa que se destaca. Uma coisa só. É um constructo mental, que pode até mudar a cada instante, mas em um momento específico ele reina. Pode ser a imagem de uma pessoa, um pensamento específico ou uma memória mais nítida. Pode ser a página de um livro ou simplesmente uma ideia. Mas o fato é que há algo que domina. É o percepto do momento, que representa uma das bases funcionais do mecanismo consciente. Caracteriza a nossa consciência focal, premiada pelos mecanismos da atenção.

A atenção representa a opção por um objeto entre tantos disponíveis. O que estiver fora de seu escopo pode até permanecer no campo consciente, mas de forma marginal. Passará quase despercebido (quase, eu disse) e não será memorizado. Os mágicos vivem destes exemplos. Com sua habilidade para distrair-nos, eles colocam parte importante da cena fora de nosso domínio consciente, e aí “não vemos o truque”.

Pela interferência da atenção ocorre a seleção do estímulo. Este é eleito como o principal e é justamente sobre ele que vai se concentrar o trabalho mental e todo o planejamento da ação. Atenção significa

competição entre grupos de neurônios envolvidos em um mesmo campo de percepção. Cada grupo procura outros grupos na memória, visando reforço mútuo para atingir a consciência. A coalizão que se mostrar mais forte ganha a disputa e o destaque.

Há dois tipos de atenção. O primeiro é aquele em que um estímulo novo “salta à vista”, como no caso de um bicho correndo na rua, ou da sirene de bombeiros. Voltamos imediatamente nosso olhar para aquela direção e nos ligamos. É a atenção automática, um mecanismo “de baixo para cima”, com envolvimento do tálamo (suprime informações indesejadas) e do córtex parietal. Leva nossa consciência para algo novo e o tema consegue se destacar. Isto pode traduzir o risco ou a oportunidade do momento. O mecanismo básico deste tipo de atenção depende de um prévio “estado de alerta” mantido a partir da formação reticular e do nosso amigo *locus ceruleus*.

O outro tipo de atenção é aquele em que procuramos persistentemente um objeto no meio de tantos, como a procura de um filho na multidão ou o jogo “onde está Wally”. É a chamada atenção voluntária, um longo mecanismo de busca em série, “de cima para baixo”, que exige o envolvimento do córtex pré-frontal. Guardem este nome: “pré-frontal”. Surge aí um novo ator, do qual ainda falaremos muito. Esta área tem sido considerada como chave para a construção final do fenômeno consciente, especialmente dos seus níveis mais complexos.

O neurocientista americano Michael Posner salienta especialmente a importância de uma região na face medial do lobo frontal, chamada “giro do cíngulo”. Vários testes psicológicos e de imagem mostraram que esta área tem clara relação com a atenção voluntária. Mais do que isto, é decisiva para viabilizar o estado de “estar ciente” (Posner, 1994). Em inglês, há uma palavra muito boa para este estado: *awareness*, um pouco diferente de *consciousness*.

Independente das estruturas envolvidas com a atenção (tálamo, lobo parietal, área pré-frontal e cíngulo), o resultado final de sua atuação (o objeto em destaque) é construído nos córtices sensoriais ou motores. Afinal é lá que se encontra formada a coalizão de neurônios que representa o tal objeto contemplado pela atenção. Há dois mecanismos que podem ser utilizados para a viabilização consciente do objeto em destaque: o reforço dos neurônios que representam o objeto ou a inibição dos neurônios concorrentes (que representam os outros objetos, os do fundo). Sugere-se que tanto a operação supressiva como a incrementadora são alternativamente usadas, dependendo de

circunstâncias (LaBerge D., 1997). O autor acredita que a modulação positiva seja mais importante.

Concluindo este tópico, lembramos o que disse Sperry (aquele do estudo do cérebro dividido), quando caracterizou a atenção como mecanismo cognitivo controlador de outros mecanismos, mais primitivos. Seus representantes biológicos são redes de neurônios com propriedades capazes de supervisionar outras redes (Sperry, 1988). Parece que, quando um nível de atenção elevado é direcionado para um fato, este ocupará uma posição central na consciência. Da mesma forma e sob outro ângulo, quando algo estiver em um nível elevado da consciência, prenderá a atenção. A consciência pode então ser vista através de uma “janela da atenção” (Schiffman, 1997).

Acreditamos que agora ficou clara a necessidade de diferenciar uma consciência básica de uma focal. A consciência focal é a parte contemplada com a atenção, a que constitui o objeto percebido, a que domina. Ela estabelece a chamada consciência de alguma coisa, sendo indubitavelmente a parte preponderante da consciência, a mais importante.

Entretanto, há traços conscientes fora do domínio da atenção. O que está na periferia do seu campo visual, por exemplo, pode não ser tão presente como o que está em sua visão central (este livro), mas você não tem dúvidas de que também está lá. Se passar uma barata correndo em um cantinho, você perceberá imediatamente. Mesmo que não haja barata, o campo visual periférico não para de emitir informações para seu cérebro, para utilização imediata ou tardia (lembra-se de quando falamos em *priming*?). Ele abastece um tipo de consciência marginal, desfocada, periférica, mas nem por isso inexistente. É algo como uma protoconsciência.

Memória, emoção, linguagem: enriquecendo a consciência

Definidos os pontos essenciais da atenção, vamos rever agora alguns aspectos da memória. Esta é uma função cujo principal componente é tipicamente inconsciente, caracterizando representações ou experiências que podem hibernar por anos e, ainda assim, ser recuperadas. Os mecanismos submersos da memória estão em constante interação com os processos conscientes. Assim, a consciência disponibiliza os dados da percepção e do pensamento para a memória, caracterizando o mecanismo da aprendizagem. No sentido inverso,

a memória devolve os dados para a consciência, no processo da evocação.

O papel desempenhado por formas específicas de memória na constituição dos fenômenos conscientes é questão pacífica entre os autores. As memórias de curto prazo são as mais importantes para isto, mas falaremos primeiro da outra, nossa velha conhecida. É a memória de longo prazo, aquela que está armazenada há horas, dias ou mesmo anos. Pode retratar um conhecimento abstrato qualquer (a capital de Minas Gerais), pode se referir a um episódio de nossas vidas (o nome de um tio) ou mesmo a uma habilidade física, como andar de bicicleta (Tulving, 1985). Exemplificando, podemos evocar neste exato momento a figura de um jacaré (faça isto), mesmo que há muito tempo não tenhamos tido contato nem mesmo com a fotografia de um deles. Este processo de memória de longo prazo não faz parte da base da consciência, e sim do seu conteúdo. Assim, se tivéssemos lesões nas áreas visuais, não conseguiríamos resgatar qualquer imagem de jacaré, mas continuaríamos conscientes.

Ao contrário, se perdêssemos todas as formas de memória de curto e de curtíssimo prazo, não poderíamos estar plenamente conscientes. Estas memórias “imediatas” são as funções que nos permitem comparar o fato consciente corrente com o que terminou há instantes, o que ocorreu há segundos. São indispensáveis. Trazem para nós a confiança de que estamos lidando bem com a realidade, à medida que integramos o passado recente ao presente. É fundamental para a experiência subjetiva contínua, criando a noção de um momento depois do outro. Isto nos sincroniza com o meio.

A forma mais estudada destas memórias imediatas é a memória de curto prazo, também chamada de memória de trabalho (Baddeley, 1993). Estas duram algumas dezenas de segundos. Sua função é manter temporariamente uma informação, que será logo utilizada para alguma forma de raciocínio, compreensão ou aprendizado. São as memórias que usamos para completar uma tarefa, como guardar um número até o ato de discá-lo ao telefone. Anatomicamente localizam-se principalmente nas áreas pré-frontais laterais. Estas regiões já foram muito estudadas. Sabemos que possuem muitas conexões com regiões sensoriais, motoras, tendo ainda íntima relação com as áreas responsáveis pelas emoções e pelas memórias de longo prazo (Goldman-Rakic, 1992). Seu mecanismo de funcionamento, seu momento e duração nos permitem supor sua influência no “problema da junção”, aquele que tenta explicar como fragmentos de sensações es-

palhadas pelo cérebro podem se mostrar unificadas na consciência (John, Easton, & Isenhardt, 1997).

A memória de curto prazo é essencial para o pensamento, este fluxo de consciência que está sempre nos ocupando. O pensamento se constitui de uma parte verbal, outra de imagens e se compõe ainda de ideias abstratas. São monólogos, fantasias, devaneios, desejos, temores, antecipações, memórias etc. Ocorrem simultaneamente com o processamento normal das sensações, formulando hipóteses e tentando criar um modelo do mundo. Estamos sempre dividindo a atenção entre o pensamento autogerado e as informações do meio físico ou social. Parece representar uma luta constante entre autonomia e dependência (Kosslyn, 1988; Farah, 1989; Singer J., 1993). Há autores que consideram a consciência como nada mais do que a memória de curto prazo controlada (Taylor & Alavi, 1993).

Além da memória de curto prazo, há ainda outra memória imediata, de curtíssimo prazo. Ocorre em outra situação, como quando reparamos em uma cena à nossa frente e, de repente, fechamos os olhos. Podemos observar então um fenômeno peculiar. A imagem nítida do mundo desaparece rapidamente, mas deixa um fraco sinal do mesmo, que desvanece em frações de segundo. É a chamada memória icônica. Ela se manifesta também como curtos lampejos, servindo para uma prévia identificação do percebido. Sua congênere auditiva é chamada memória ecoica. Estas memórias podem ser amplificadas por circuitos do tálamo para o córtex, tornando-se importantes para ativar as vias conscientes (Crick, 1990).

Faltam ainda as emoções, que também merecem uma observação cuidadosa. Elas são de grande importância na determinação do percepto consciente, constituindo o seu principal mecanismo valorativo. É pelas emoções que se forma o contexto hedônico em nosso momento, levando-nos a nos aproximar ou afastar do objeto ou da pessoa. Tanto a consciência como as emoções estão apoiadas na representação corporal, e ambas estão ligadas à sobrevivência. O sistema límbico, responsável pelas emoções, é voltado para o corpo, com grande ligação com o sistema nervoso autônomo (que controla várias funções corporais) e com o sistema endócrino (que controla as glândulas). Pela relação íntima que apresentam as emoções com a consciência, há autores que as consideram essenciais para sua viabilização (Damásio, 2000). Entretanto, há relatos de casos com lesões cerebrais que causaram grande comprometimento da resposta emocional, mas que não levaram a estados de inconsciência (Koch, 2004).

Finalmente devemos nos referir à linguagem, função biológica que mantém relações variadas com a consciência. A aquisição da linguagem parece ser fator decisivo na constituição plena da consciência superior. Isto pode ser observado tanto na evolução das espécies como no desenvolvimento da criança. A linguagem aumenta muito a possibilidade de comunicação entre duas pessoas, podendo ter papel importante no desenvolvimento de aspectos mais elevados da consciência, muitos deles apoiados na relação mãe-filho. A linguagem é ainda fundamental para o enriquecimento do conteúdo da consciência. Cada um de nós percebe que a maior parte do próprio pensamento é constituída por constructos linguísticos. É um verdadeiro diálogo interno (o termo certo é monólogo). Esta “voz interna” mantém comentários constantes sobre experiências, sentimentos e relacionamentos com outros, mesmo que não percebamos. A palavra pode ser até considerada como um resumo do estado mental, assim como o estado mental pode, por sua vez, ser o resumo de um estado cerebral (Arbib, 2001). A linguagem torna-se então muito importante para a consciência superior, inclusive a simbólica e a autoconsciência. Tem, entretanto, menor valor na composição das formas básicas de consciência, já que pacientes com graves distúrbios de linguagem (afasias) continuam mantendo sua vida consciente.

Nenhuma destas funções estudadas caracteriza um universo isolado. O homem conceituou vigília, atenção, percepção, memória e emoção para melhor entender determinados aspectos de sua vida. É um tipo de decomposição de funções mentais em sistemas de processamento de múltiplos componentes. Na realidade, são funções que se misturam e derivam umas das outras, sendo difícil se determinar onde termina uma e começa outra (Figura 9).

Sonhos, epilepsia, Alzheimer: a consciência dissociada

A relação da consciência com cada uma destas funções é íntima, o que não quer dizer que sejam idênticas. Na clínica há estados que exemplificam importantes dissociações entre estas funções e a consciência. Repete-se aqui no terreno funcional o que já observamos na anatomia.

Mesmo em condições normais podemos identificar formas de dissociação, como nos sonhos. No estado de vigília encontramos vários níveis de consciência, dependendo se estivermos distraídos ou atentos, ocupados ou relaxados, sonolentos ou reflexivos, acordados



Figura 9. Interação funcional na consciência

ou dormindo. Já os sonhos representam uma invasão consciente ao estado de sono profundo. O sonho é um tipo de consciência sem vigília. Uma dissociação fisiológica.

Existe uma doença estranha, que todo neurologista conhece muito bem. Manifesta-se em crises, em pessoas que estão realizando suas atividades normais e de repente param tudo. Ficam inconscientes, mas não caem. Permanecem estáticos, olham para o nada e começam a fazer movimentos automáticos, sem propósito. Por vezes mastigam, estalam os lábios, desabotoam e abotoam a camisa, esfregam um objeto contra o outro, tudo sem objetivo. Estes automatismos duram alguns minutos e aí, também de repente, voltam à consciência. Nada se recordam do que aconteceu e precisam de algum tempo para relembrar o que faziam antes da crise. Trata-se da chamada epilepsia parcial complexa, em que os pacientes em crise perdem a consciência e permanecem em pé, fazendo coisas. Por vezes, chegam a caminhar longos percursos, a atravessar cruzamentos e alcançar destinos, tudo isto em crise, em total inconsciência. Aparentemente estão em estado vigil, mas completamente inconscientes.

Há outra condição igualmente peculiar, chamada amnésia global transitória. Aqui passam os pacientes horas ou mesmo um dia todo realizando suas tarefas habituais, conversando com pessoas e mesmo dirigindo veículos. Depois, nada se lembram do que ocorreu, numa

grande lacuna. Pode ser uma alteração da consciência ou da memória, mas a vigília e a atenção certamente estavam preservadas.

Poucas entidades são mais temidas que as demências. A principal delas, a doença de Alzheimer, foi descrita em 1907, sendo também chamada de demência senil. Afeta principalmente pessoas com mais de 65 anos, aumentando a incidência à medida que a idade avança. Os sintomas começam sorrateiramente. No início surgem problemas com a memória recente. Em seguida, aparecem distúrbios de localização espacial e outras dificuldades cognitivas, como o pensamento abstrato. Lentamente a doença prossegue, surgindo dificuldade no manuseio das coisas (apraxia), afasias e desorientação. O paciente acaba por perder a condição de lidar com as atividades simples do dia a dia, necessitando finalmente de auxílio para se alimentar e para higiene pessoal. É condição hoje muito conhecida e é tão temida justamente por comprometer as funções mais valorizadas da consciência superior, aquelas que constroem a individualidade.

Todas estas associações e dissociações comprovam que nenhum destes termos representa vias anatômicas isoladas. Elas apresentam intersecções semânticas e biológicas. Algumas delas, como a vigília e a atenção, situam-se claramente na base da consciência. Outras, como as percepções, memórias e emoções, estão mais ligadas a seu conteúdo. Há estruturas anatômicas que são comuns a algumas funções, outras são bem individualizadas e há ainda as partes desconhecidas. Estas dificuldades retratam apenas a inadequação do léxico de um domínio do conhecimento (psicologia) com o de outro (anatomia). O avanço das pesquisas permitirá melhor definição biológica, psicológica e semântica.

Fusão das imagens do objeto e do corpo

O português Damásio reforça a importância do estudo da anatomia, argumentando que, para sabermos o “como”, deveremos antes conhecer o “onde”. Antes de tudo, ele considera a consciência como um mecanismo que conjuga representações do corpo e do objeto. Ele recorda que, ao nos depararmos com um objeto, as informações concernentes a ele penetram pelos órgãos sensoriais, correm pelos nervos até o tálamo e depois para o córtex. Neste último nível, os sistemas sensoriais processam estas informações nos córtices primários, a seguir nos secundários e finalmente nos associativos, ou de reconhecimento. Os córtices primários são aqueles que recebem a informação sensorial em primeira mão, processam-nas e as mandam adiante. Os

secundários elaboram outras informações sobre o objeto, continuando o trabalho. Depois o objeto é localizado e reconhecido, ainda dentro de áreas corticais da mesma via sensorial. Finalmente há associação com outros sistemas sensoriais, para a noção “multimídia”. Associam-se ainda com o sistema límbico (emocional), para a valorização do objeto e com o hipocampo, para a formação de novas memórias (Damásio, 2000). Após seguir este caminho, a imagem do objeto está completa, localizada, reconhecida e devidamente apreciada.

Por outro lado, o cérebro recebe continuamente vários sinais do corpo, a partir do sistema sensitivo superficial (tato e dor), profundo (posição das articulações e músculos), do sistema vestibular (equilíbrio) e do sistema nervoso autônomo (vísceras). Estes sinais são mapeados a cada momento e formulam as diretrizes sobre a situação do corpo, sua posição no espaço, seus eventuais movimentos. Estas informações reunidas acabam por constituir uma primeira noção de individualidade, ainda inconsciente, chamada pelo autor de *proto-self*. Esta noção se consegue através da ativação de alguns núcleos do tronco encefálico (formação reticular, novamente), estruturas da base do encéfalo (hipotálamo e prosencéfalo basal) e algumas áreas corticais sensitivas (em uma região chamada ínsula e no córtex parietal medial). Damásio considera o fenômeno perceptual como uma ação do objeto modificando o organismo. Ao se captar qualquer estímulo proveniente do objeto, modifica-se uma sinapse e, assim, transforma-se a estrutura cerebral. Outros neurônios captam esta interação, gerando a imagem de tal objeto. Em conjunto, as representações do corpo, as do objeto e suas interações recíprocas formam mapas de primeira ordem. Os relatos desta relação constituem mapas de segunda ordem. São estes que finalmente determinam a consciência. As regiões cerebrais responsáveis pelo mapeamento de segunda ordem incluem o tálamo, que comanda a interação. Esta é a síntese de sua teoria.

Outros autores realçaram o papel das oscilações que ocorrem nos circuitos entre o córtex e o tálamo como fundamentais para o desenvolvimento de um tipo de coerência cortical. Esta coerência proveria o mecanismo para a junção global do conteúdo da consciência. Para isso, seria ainda necessária a participação das regiões corticais frontais, em suas faces mediais (cíngulo) e laterais (memória operacional). A sustentação empírica repousa em relatos de casos clínicos de pacientes cujo estado de coma foi causado por lesões do tálamo e bilaterais do cíngulo (Llinás & Ribary, 2001).

Segundo estes e outros autores, o destaque da imagem corporal construída pelo cérebro é componente essencial da consciência, jun-

tamente com as memórias e o fluxo de percepções. Um exemplo de construção de imagem corporal é a dor, que sentimos “no dedo” e não no cérebro. A dor referida é um exemplo ainda mais evidente. A ciática, por exemplo, é sentida onde nada de anormal ocorre: a causa da dor está na coluna e nós a sentimos na perna. Portanto, a consciência é uma noção de experiências envolvendo a imagem corporal (Rosenfield, 1988). A consciência pode ser vista como um tipo de conhecimento integrado do mundo, do corpo e do *self* (Hobson, 1998). Não se sabe exatamente como ocorre este processo de fusão, mas ela pode ser criada por pulsos, desencadeados por objetos de interação ou evocação.

Assim concluímos este capítulo, que visitou as funções mentais relacionadas com a consciência. Observamos que vigília e atenção predominam em sua base e que suas estruturas ativadoras são as mesmas da consciência. Pudemos constatar que a percepção e a memória dominam boa parte do seu conteúdo. No meio de todas estas funções, as sensações provenientes do corpo mereceram destaque. Na avaliação de cada função, notamos a presença constante da formação reticular e do tálamo. A formação reticular ativa os neurônios talâmicos e os corticais. Os neurônios do tálamo, por sua vez, reverberam com o córtex, maximizando sua atividade. Surgiu ainda a evidência da importância do lobo frontal em várias destas funções e provavelmente na consciência. Confirmou-se finalmente que as imagens se formam mesmo no córtex e surgiu a noção de que coalizões de neurônios possam ser determinantes para este fim. Todas essas funções e estruturas parecem assim necessárias para o fenômeno consciente. Entretanto, ainda não determinamos uma que seja suficiente.

Em uma revisão como a nossa, em um parágrafo pode estar resumido o trabalho de uma vida.



CAPÍTULO 11 DA CÉLULA AO FENÔMENO

“A estimulação repetitiva de receptores específicos leva à formação de ‘assembleias’ de células associadas, que podem atuar brevemente como um sistema fechado.” (Donald Hebb, psicólogo canadense)

“Cada um sabe a dor e a delícia de ser o que é...”
(Caetano Veloso, compositor brasileiro)

O problema difícil

Já dispomos de informações sobre a base anatômica da consciência e também sobre sua base funcional. Podemos agora enfrentar o que alguns autores chamam de “problema difícil”. Trata-se de tentar explicar como, na realidade, se forma o fenômeno. É mais que descrever circuitos, células ou moléculas que porventura se ativem durante a experiência consciente. É sugerir a maneira como estas estruturas fazem surgir “em mim” o fenômeno consciente.

Em 1880 o fisiologista alemão Du Bois-Reymond procurou estabelecer os limites do conhecimento científico. Considerou que algumas questões seriam definitivamente insolúveis e a elas aplicou a máxima latina *ignoramus et ignorabimus*, que significa “nós não sabemos e não saberemos”. Em sua lista constavam as origens da matéria, do movimento, da vida, das sensações simples, do pensamento inteligente e do livre-arbítrio. Pela sua previsão, mesmo que descobríssemos todos os processos fisiológicos que ocorrem no cérebro, o fenômeno consciente continuaria sem explicação (Flohr, 1995).

O filósofo David Chalmers seguiu em uma linha igualmente cética, mas não tão pessimista. Ele argumenta que já respondemos (ou estamos próximos de responder) muitas das questões consideradas intermediárias, como as seguintes: Como o cérebro processa estímulos ambientais? Como integra a informação? Como produzimos informes sobre nossos estados internos? Chalmers considerou-as “perguntas fáceis”. Por outro lado, a questão realmente difícil é: Por que todo este processamento está acompanhado por esta experiência interna? (Chalmers, 1996)

Searle acha que devemos responder a esta questão de maneira simples: “Nós sabemos de fato que isto acontece!” O fato de não termos

uma teoria completa para explicar como isto ocorre não impede que saibamos que os processos cerebrais causam de fato a consciência (Searle, *How to study consciousness scientifically*, 1998).

Sempre vai haver uma dúvida adicional sobre a relação entre substrato físico e fenômeno consciente. Aliás, a estratégia cética é fazer sempre uma pergunta a mais, em questionamento que pode regredir ao infinito. Este processo insensato termina na clássica interrogação: “Por que existe algo ao invés de existir nada?” O filósofo austríaco Wittgenstein abominava este tipo de questão e definia a linguagem como um conjunto de formas lógicas possíveis da representação dos fatos. Ele termina seu conhecido *Tractatus logico-philosophicus* com o aforismo: “sobre aquilo de que não se pode falar, deve-se calar” (Wittgenstein, 1922).

Por que podemos explicar o magnetismo como uma propriedade da corrente elétrica e não podemos correlacionar a consciência com a atividade neuronal? Os cientistas vivem desenvolvendo hipóteses e teorias para explicar as coisas do mundo, mesmo as mais estranhas. Olham para as lacunas do conhecimento e criam pontes explanatórias. Por que alguns consideram impossível fazer o mesmo com relação à consciência? Quando o primeiro observador viu um pedaço de magnetita atrair limalha de ferro, deve ter pensado em algo mágico. Continuamos por séculos sem saber a razão do estranho fenômeno do magnetismo, mesmo o utilizando em engenhocas práticas, como as bússolas. A confusão aumentou quando observamos que o mesmo fenômeno ocorria em torno de fios por onde passava corrente elétrica. Foi só no século XIX que o grande gênio de Maxwell nos trouxe a noção de campo magnético e depois de campo eletromagnético. Com isto compreendemos a propriedade e passamos a construir todos os motores que dominam a sociedade moderna. Ninguém teria hoje a coragem de considerar o magnetismo como um “epifenômeno” da corrente elétrica. Ninguém perguntaria hoje por que a eletricidade atrai as coisas magneticamente ou consideraria esta questão como um “problema difícil”.

Se cientistas extraterrestres chegassem à Terra e observassem o comportamento das diversas espécies em nosso planeta, ficariam intrigados com aquela espécie bípede, quase sem pelos, cujos indivíduos se comunicam por sons muitíssimo variados, que utilizam símbolos desenhados em papel e em telas luminosas, que usam ferramentas para se alimentar, nadar e voar e que agem por vezes de forma contrária ao esperado pelos instintos. Criariam uma hipótese ou teoria para explicar estes comportamentos estranhos. Talvez criassem proviso-

riamente um fator “C” que atuasse no sistema causal do comportamento, aprimorando seu funcionamento e dotando-o de condições de lidar melhor com o meio ambiente. Provavelmente um gênio deles concluiria logo que a estrutura causal do comportamento era o sistema nervoso e o fator C, a consciência. É improvável que eles se paralisassem diante da dificuldade deste problema.

Em biologia costuma ser difícil afirmar que um fenômeno é causado por estruturas de nível inferior ou identificá-lo com estas. O conceito de correspondência quase sempre é o mais adequado do que o da identidade. Os sistemas biológicos geralmente são complexos e submetidos a influências de subsistemas e suprassistemas. São propriedades emergentes para todo lado, impedindo a aplicação adequada do conceito de identidade. Nossa saída é dizer que, mesmo que duas entidades não sejam idênticas, são correspondentes. Podemos assim afirmar que um determinado tipo de traçado de EEG corresponde a este ou àquele estado de consciência, mesmo sem afirmar identidade. Por exemplo, ritmo alfa do EEG corresponde ao estado de vigília. Sabemos disto.

Do ponto de vista neuroanatômico ou físico-químico, acontece o mesmo. Podemos conseguir níveis de aproximação muito satisfatórios entre determinada condição do sistema nervoso e o correspondente fenômeno consciente. Apesar da possibilidade eterna de questionamento, nós, que acreditamos na ciência, poderemos aceitar a correspondência, optando pela crença justificada.

Em nossa trajetória no estudo da consciência já delimitamos algumas das estruturas que são necessárias para o fenômeno consciente, que se ativam toda vez que se observa a consciência. Precisamos procurar as que sejam suficientes, aquelas que determinam um estado consciente a cada vez que são ativadas.

Poderíamos continuar a nossa busca em todos os terrenos imagináveis. Isto nos permitiria voar longe, avaliando qualquer especulação racional, das metáforas filosóficas às argumentações da física quântica. Entretanto, preferimos continuar privilegiando o provável. Ficaremos de olho nos modelos computadorizados dos cognitivistas, mas continuaremos destacando as observações empíricas da neurociência.

Especificamente, entraremos agora no estudo mais cuidadoso do córtex cerebral e de seu papel na construção do percepto consciente. Vamos nos deter no conteúdo da consciência e tentar identificar cada região, circuito ou neurônio envolvido em sua viabilização. Verifica-

remos como são modificados pelos sistemas moduladores do tronco encefálico e do tálamo. Procuraremos depois os circuitos neuronais que se ativam para formar a imagem única e tentaremos entender como o fazem. Afinal, as informações referentes a sensações, percepções e memórias encontram-se espalhadas pelas diferentes áreas do cérebro e precisamos saber como isto tudo se junta. O objetivo agora não é mais só relatar estruturas e sistemas. É definir quais são essenciais.

A visão como caminho da consciência

Francis Crick ficou famoso por ter decifrado a estrutura do DNA. Conquistou por isso o Nobel de 1962, em dupla com James Watson. Foi uma das mais notáveis descobertas da ciência de todos os tempos. Após ter desvendado este que era um dos maiores segredos da vida, Crick dedicou-se a outro deles, o estudo científico da consciência. Dedicou sua juventude a um tema essencial e sua maturidade, a outro tema do mesmo porte. Poucos construíram uma trajetória tão rica.

Nesta nova empreitada, ele trabalhou com Christof Koch na Califórnia até a sua morte, em 2004. Em seus estudos os dois optaram por um caminho mais restrito, que facilitasse o acesso aos segredos da matéria. Elegeram a percepção visual (Crick, 1990). Afinal, a Bíblia já dizia que “a visão é a janela da alma”. Não foi só a metáfora que os encantou. Foi antes de tudo a tentativa de isolar um aspecto do estudo, de maneira a ser efetivamente dissecado. Caso contrário, eles temiam se perder em cenários complexos demais, indecifráveis mesmo. Sabiam que não poderiam deixar de considerar a existência e inter-relação das diversas formas de consciência, como as associadas a percepção, pensamento, emoção ou autoconsciência. Seria apenas mais fácil isolar um destes aspectos e verificar todas suas possibilidades. Como a construção mental da imagem visual já estava muito estudada, eles se propuseram a comparar seus circuitos com os dos congêneres inconscientes, tentando identificar quais são as vias essenciais ao percepto consciente.

Quem pensa que a visão mostra a imagem real do objeto que está à nossa frente está muito enganado. Ver é um processo construtivo. A imagem que vemos não é uma projeção em nossa mente, como se fosse uma tela de cinema privativa. É o resultado da computação de dados de sensações e de sua comparação com os dados da memória. Depois de organizados, estes dados nos possibilitam desfrutar não só da imagem da “projeção”, mas também da tela privativa e de todo o cinema.

Para começar, o olho nada “vê”. Ele apenas recebe os estímulos luminosos do ambiente, transforma-os (faz isto magnificamente) e os envia para o cérebro. Em seu interior, as células da retina captam as informações luminosas, ponto a ponto. Aí as modificam, tornando-as impulsos nervosos, eletroquímicos. É uma desconstrução total do objeto inicial.

A partir daí os impulsos seguem caminhos diversos, até mesmo independentes. Cada caminho destes se dirige a uma área do cérebro que processa trechos elementares daquela informação visual. Estas áreas são especializadas, e seus neurônios só reagem a um aspecto da situação luminosa que se tem diante dos olhos: uma área identifica pontos, outra se envolve com contornos, uma terceira se dedica à cor e outra se especializa em movimento. Depois desta detalhada decodificação, acontece então o processo inverso, o da construção da imagem em nossa consciência. É como um imenso quebra-cabeça, que em um primeiro momento é embaralhado e, depois, cuidadosamente reconstruído, parte por parte.

Vamos primeiro a uma rápida prova de que a visão é processo construtivo. Um bom exemplo é o triângulo de Kanisza (Figura 10). Observe-o por alguns instantes antes de continuar a leitura. Trata-se de forma triangular que transparece a partir da posição de três pequenos círculos negros incompletos, formando três pontos equidistantes. Cada um destes círculos tem uma pequena fatia cortada, parecendo a boca do *game Pac-man*. Com a boca voltada para dentro, eles deixam então manifestar-se a forma triangular, à medida que cada um de seus ângulos se “encaixa”. É, na realidade, um triângulo virtual, desenhado pela nossa mente, a partir da deixa feita pelas bocas dos círculos. Mire novamente a figura. Mostra-se aí com que delicadeza uma imagem é concebida em nossa mente, nem sempre fiel à dureza dos objetos materiais. É uma construção mental, que tem compromisso antes de tudo com a melhor maneira de nos informar. Visa essencialmente nossa interação com o meio, e isto é muitas vezes diferente da representação crua da realidade externa.



Figura 10. Triângulo de Kanisza

O caminho para se formar uma imagem consciente tem muitos de seus passos (e saltos) conhecidos. Basicamente os estímulos luminosos que impressionam as células da retina são transportados ao tálamo, seguindo para o córtex visual primário e daí para os secundários. Ainda no olho, a retina recebe informação de cada ponto luminoso do campo visual. Quando estes dados chegam ao córtex, a área visual primária (V1) muda a estratégia de interpretação. O neurônio cortical de V1 reconhece mal aqueles pontos relatados pelas células da retina, reagindo melhor a algumas composições básicas, como linhas, barras e curvas. Pode parecer esquisito, mas é assim que a coisa funciona: a retina reage a pontos, V1 reage a barras inclinadas. David Hubel e Torsen Wiesel ganharam o Nobel em 1981 demonstrando esta forma peculiar de reconhecimento (Livingstone & Hubel, 1981). De qualquer maneira já é uma primeira construção, pois estas linhas poderão definir algo, como contornos dos objetos.

Daí o impulso prossegue para outras áreas, por isso o processo se complica. Cada área secundária é especializada no processamento de outro tipo de informação visual. Uma reage a informações sobre a forma, outra sobre a cor e uma terceira sobre movimentos. Nos passos seguintes o mecanismo vai se sofisticando ainda mais. As áreas do processamento tardio já se responsabilizam por coisas práticas, como a localização e o reconhecimento do objeto ou da cena. Conhecem-se hoje cerca de trinta áreas corticais diferentes, só para o processamento visual. No final deste trajeto há uma síntese de tudo e a imagem aparece unificada, plena, localizada e reconhecida.

Não se trata, portanto, da projeção de uma imagem em uma tela. É um processo elaborado, no qual cada estrutura cerebral cumpre um papel, constrói uma característica da imagem. Faz isto sempre com a finalidade de ajudar na identificação da situação e de orientar na resposta. Neste processo, o cérebro não se restringe à representação do real, mas “inventa” muitas vezes o cenário mais provável. Assim, ele considera contexto, preenche lacunas, compensa distorções, antecipa imagens prováveis, retira informações redundantes e reconstrói tudo em três dimensões.

O melhor exemplo de preenchimento de lacunas é o ponto cego. Cada olho tem um destes pontos e para testá-lo é fácil. Basta pegar uma folha de papel em branco e fazer dois pequenos desenhos distantes cerca de dez centímetros um do outro. Pode ser uma pequena cruz à esquerda e uma bolinha preta à direita (Figura 11). Depois é só fechar o olho esquerdo e mirar a figura da cruz com o olho direito,



Figura 11. Ponto cego

com o papel afastado um pouco mais de um palmo. Aproximando-se e afastando ligeiramente o papel, percebe-se que, de repente, a bola preta desaparece.

Por que isto acontece? É que a informação luminosa daquele pequeno pedaço do campo visual cai na retina justamente no ponto em que o nervo óptico mergulha em direção ao cérebro e neste ponto não há células sensíveis à luz. Até aí tudo bem, mas por que habitualmente não se vê o ponto como realmente cego? Por que não vemos um ou dois buracos em nosso campo visual? Não é pela compensação do outro olho, já que a experiência é idêntica se fecharmos um dos olhos desde o início da experiência.

Está aí mais uma prova de que é o sistema nervoso que constrói a imagem. O grupo de Ricardo Gattass do Rio de Janeiro demonstrou que neurônios na área visual primária, correspondentes ao ponto cego, reagem a informações dos dois olhos auxiliados por outras partes do córtex (Fiorani, Rosa, Gattas, & Rocha Miranda, 1992). A partir das informações visuais da vizinhança, os processos cerebrais preenchem a lacuna. Criam uma ilusão visual naquele ponto, com as mesmas características de cor, textura e iluminação das regiões vizinhas. Nós temos então a impressão de uma imagem plena, sem lacunas. Assim vai o cérebro compensando distorções, antecipando situações prováveis. Quando vemos uma bola de futebol, construímos a imagem mental de uma esfera completa e não de meia esfera, como de fato se vê. Neste processo desconstrutivo e reconstrutivo, o importante é sempre, sempre, o preparo para a interação.

O problema da junção

As áreas responsáveis pela visão fazem parte de uma estrutura hierarquizada, de complexidade crescente. As regiões primárias e as secundárias detectam pequenos trechos incompletos de uma cena, associam-nos ao contexto e os enviam para outras regiões. Em algum momento todos estes trechos se unem, formando a imagem coerente que todos reconhecemos. Assim, ao olharmos para a televisão vemos

uma imagem, e não pontos luminosos cintilando na tela. Ao prosseguirem para as regiões ditas superiores, a representação consolidada se torna bem individualizada, como um lugar ou um rosto. No cume desta escalada o que se estabelece é uma síntese do tema, muitas vezes uma descrição simbólica.

Não se conhece uma região cerebral isolada capaz de, sozinha, construir toda a cena, globalmente. O que parece tornar isto possível é a ação simultânea de diversos sistemas sensoriais, associados aos sistemas de memória e emoção, apoiados pelos circuitos de vigília e atenção. O processo deve funcionar em elevado grau de paralelismo. É como uma orquestra.

Seria então o nosso problema localizar o maestro, um grande comandante desta orquestra? Vários neurocientistas acreditam que sim e que ele esteja nos níveis hierárquicos superiores, nos circuitos do córtex. Alguns psicólogos cognitivos discordam e supõem o maestro postado em níveis intermediários, entre funções mais periféricas (como a sensação) e mais centrais (como o pensamento) (Jackendorff, 1987). Outros consideram ainda não haver nenhum tipo de maestro, mas um conjunto bem treinado, como em uma orquestra barroca. Seriam incontáveis processos sensoriais e motores atuando em paralelo, resultando em sistema capaz de congregar todas as informações e colocá-las disponíveis, para atuar em funções adaptativas (Engel, Fries, König, Brecht, & Singer, 1999).

O chamado problema da junção é o que lida com esta questão: como as representações de contornos, forma, cor e textura de uma árvore acabam por nos trazer a imagem consolidada da tal árvore. É a procura da resposta de como as informações se ligam em uma imagem única, já que os seus trechos se espalham por tantas áreas cerebrais.

Há dois modelos disputando. O primeiro é o modelo espacial, no qual áreas primárias processam estímulos e mandam para áreas superiores até que uma área congregue todo o processo. O segundo é o modelo temporal, que imagina todos os neurônios envolvidos trabalhando simultaneamente, com algum fator físico-químico levando-os a se manifestar em conjunto.

No modelo espacial a estrutura responsável pela junção uniria as informações através do tal sistema hierárquico, em que cada representação processada é o produto de informações do estágio prévio. O sistema seria composto por neurônios organizados em vias sequenciais, por circuitos em linha. Esse processo progressivo deve-

ria acabar em uma área definida, em um grupo de neurônios ou até mesmo em um neurônio único, a chamada “célula cardeal”. Sherrington propôs este nome para aquele neurônio que vai reconhecer o resultado final, também apelidado de “neurônio da vovó”.

Nesta hipótese deveríamos encontrar uma pequena região cerebral responsável pela consciência. Acontece que não existe uma área cortical limitada cuja lesão cause a inconsciência. Lembrem-se de que as lesões do tronco encefálico que provocam o estado de coma são as que afetam estruturas moduladoras do estado de consciência, mas não são as responsáveis pela construção de seu conteúdo. Já vimos que as lesões corticais focais podem até levar a alguma dissociação funcional ou mesmo à perda de parte do teor da consciência, mas não ao coma.

Como se forma então a imagem única? Precisaríamos encontrar um mecanismo em que um grupo esparramado de células possa funcionar em conjunto, diferenciar-se ou destacar-se, a ponto de fazer emergir uma figura unificada.

Surge então uma concepção alternativa, que é a da junção temporal. Este modelo propõe conjuntos de células espalhadas espacialmente, mas se unindo dinamicamente em um dado momento. Elas funcionariam em uníssono por meio de um tipo de ativação seletiva ou de sincronismo do conjunto das descargas neuronais.

Crick, em seu trabalho original, ponderou que, já que as comunicações entre neurônios se fazem por mecanismos eletroquímicos, é possível formular uma hipótese de que “ritmos sincronizados expliquem a percepção consciente”. Defendeu esta ideia com entusiasmo em seu primeiro livro. Entretanto, não tendo conseguido a comprovação experimental com o método de que dispunha na época (EEG de superfície), deixou a hipótese um pouco de lado.

A evolução metodológica trouxe novo alento aos entusiastas do modelo temporal. Os traçados de célula única já multiplicaram as informações sobre os ritmos cerebrais. Com a evolução da biofísica, as abordagens foram se sofisticando, assim a maior esperança hoje passou a ser a medição da atividade elétrica de grupos de neurônios. Há indicação de que ritmos de 40 Hz, sincronizados, possam fazer a diferença para a “vitória” de um percepto consciente (Singer W., 2001).

A ideia da ligação temporal foi então retomada e não o foi só por neurocientistas, mas também por numerosos filósofos da mente, psicólogos e cognitivistas. Eram os autores que não acreditavam mais no

modelo espacial como solução do problema da junção. Sentiam necessária uma concepção em que os aspectos processados no cérebro pudessem não só ser reunidos, mas também diferenciados do ruído de fundo, constituindo um percepto, um objeto efetivamente percebido. Esta ligação entre as áreas corticais deveria ser ao mesmo tempo específica e flexível, permitindo contextualizar informações.

Os defensores deste modelo sugerem que a sincronização poderia acabar por definir um conjunto neuronal que represente um “objeto” e a ele permaneça vinculado. Seria um grupo de células nervosas que em determinado momento funcionaria em conjunto, criando algo com significado para o indivíduo (como uma imagem). Este modelo tem a vantagem especial de permitir a criação de um código comum a estas várias células, facilitando sua reunião futura.

Já se conhece o clássico código da intensidade dos disparos, pelo qual os neurônios e as sinapses que já tenham funcionado juntos de forma intensa desenvolvem modificações plásticas em suas estruturas, facilitando disparos posteriores. É a base da memória.

O novo código ampliaria este mecanismo para grupos de células com necessidade de conexões imediatas. Seriam viabilizadas respostas rápidas, permitindo que assembleias neuronais múltiplas atuassem em conjunto. Este mecanismo é compatível tanto com o processamento hierárquico como com o sequencial. Pode, enfim, sincronizar não apenas os sistemas sensitivos, mas também os associativos e os motores, traduzindo resposta completa ao estímulo, um verdadeiro comportamento adaptativo.

É possível que tálamo e córtex sejam as principais estruturas sincronizadas na consciência. Existem circuitos neuronais que vão do tálamo até uma camada profunda do córtex (a sexta camada), fazem sinapse com neurônios piramidais (têm este nome pela sua forma) e retornam ao mesmo local do tálamo. Estes circuitos funcionam de maneira reverberatória e são fundamentais para a memória de curtíssimo prazo. As ações destas alças podem controlar verdadeiras portas talâmicas, que permitem (ou não) a passagem de estímulos. Podem ainda ativar módulos ou coalizões corticais condizentes com os estímulos preferenciais (Crick, 1990).

Hoje está sendo muito estudada uma área especial do tálamo, chamada núcleo reticular (não confundir com a formação reticular, nossa conhecida lá do tronco). Este núcleo mantém com os demais núcleos talâmicos (os sensoriais) um diálogo predominantemente inibitório.

Funciona como um filtro, que, inibindo alguns estímulos, permite aumento na atividade dos outros estímulos, os que conseguem atravessar a “porta”. Estes que passam são aí reverberados, intensificados, caracterizando assim um sistema de atenção seletivo (Scheibel, 1980; Baars, Newman, & Taylor, 1998). Em outras palavras, sendo estas alças responsáveis pelas memórias de curto prazo e por mecanismos da atenção, devem também estar envolvidas na produção de estados de consciência.

Há evidências que comprovam a ligação temporal entre neurônios, mesmo não contíguos. Já se demonstrou que neurônios corticais e subcorticais podem sincronizar suas descargas com a precisão de milissegundo. A sincronização pode ocorrer entre neurônios vizinhos ou distantes, em diferentes sistemas, níveis ou mesmo hemisférios. Este mecanismo parece ser funcionalmente efetivo: respeita contexto e coerência, provendo dinamismo na ligação de aspectos sensoriais e na seleção de respostas. Permite assim a escolha rápida e confiável de informação perceptual comportamentalmente relevante.

O médico alemão Wolf Singer mostrou, em gatos estrábicos, que a seleção de informação visual para percepção é associada à sincronização aumentada nas populações neuronais respectivas. A sincronização é incrementada (especialmente na faixa gama, ultrarrápida) em estados vigilantes e atentos. Estes estudos demonstram que a ligação temporal pode ser fundamental para a consciência, pelo menos nos estágios precoces de processamento (Dehane, Kerszberg, & Changeux, 2001). A sincronização precoce pode ser seguida por aumento global dos disparos também nos estágios tardios, completando o ciclo (Engel, Fries, König, Brecht, & Singer, 1999). Estas informações atualizam assim a hipótese de Crick e Koch, que não dispunham destes dados (Crick, 1984).

Susan Greenfield, nobre cientista britânica (ela é também baronesa), propõe que o nível da consciência é propriedade emergente que depende da conectividade cerebral observada em redes neuronais não especializadas. Esta rede pode ser múltipla no espaço, mas é única no tempo. O tamanho da assembleia de células depende da excitabilidade prévia, da conectividade neuronal e da força do estímulo. A autora considerou este modelo como uma Pedra da Roseta, que pode ser aplicada tanto em descrições fenomenológicas como fisiológicas da consciência (Greenfield, 1998).

Avaliaremos a seguir algumas alternativas que enfatizam o modelo temporal, que, a nosso ver, lida melhor com imagens múltiplas em

determinado intervalo do tempo, permitindo mecanismos de atuação em paralelo. É o que ocorre predominantemente na consciência básica e no processamento das sensações em geral.

No próximo capítulo retornaremos ao modelo espacial, defendendo-o em uma circunstância especial. É quando procuramos, neurônio por neurônio, os grandes responsáveis pela construção da imagem do objeto individualizado. A concepção espacial se presta especialmente ao processamento em série e é possível que possa justificar as fases finais de todo o processo. Será então a vez da consciência focal, associada predominantemente às percepções.

As assembleias de neurônios

Já que ainda estamos concentrados na consciência básica, vamos evoluir em nosso estudo de processos múltiplos e simultâneos. Ele deve visar àqueles processos que nos levem à noção unificada do aqui e agora, abrangendo todo o ambiente que nos cerca, bem como nosso próprio corpo.

Recordando, isto inclui a parte da consciência contemplada com a atenção e a parte que não está. Contém toda vasta informação do campo visual, abrangendo a nítida visão central e a apagada visão periférica (que alguns autores consideram como marginal ou pré-consciente); compreende os sons em destaque e os de fundo; as sensações táteis principais (o livro que manipulamos) e as secundárias (roupa e cadeira em contato com a pele); refere-se às outras sensações do nosso corpo, como coceiras, dormências e disposição geral, às emoções do momento e ao estado afetivo; inclui ainda os pensamentos, imagens e recordações que passeiam pela mente. Tudo ao mesmo tempo.

Realmente é difícil conceber que o resultado final do processamento de toda esta informação acabe por convergir para uma pequena área cortical e muito menos para um grupinho de neurônios. Faz mais sentido pensar que os disparos de cada grupo neuronal responsável por cada componente de informações encontrem maneira de se manifestar ao mesmo tempo, formando nossa consciência básica. Este mecanismo deve congrega as informações espalhadas no espaço e unilas no tempo.

O psicólogo George Mandler pondera que a consciência pode ser uma propriedade incrementadora, que entra no fluxo dos processos sob condições especificáveis, mesmo que ainda não estejam especificadas (Mandler, 1975). É provável que a consciência básica, em últi-

ma instância, refira-se ao estado dinâmico de uma estrutura e não a seus aspectos físicos estáticos. Por outro lado, ao nos referirmos à consciência focal e à superior, teremos, aí sim, possibilidade de isolar sistemas e identificar grupos de neurônios atuando sequencialmente. Fiquemos atentos, pois o entendimento da diferença destas concepções pode possibilitar a observação específica da fisiologia de cada fase. Por sua vez, se confirmada esta premissa, ela pode justificar a proposta semântica da classificação da consciência.

A maior parte da substância branca cerebral é constituída por axônios das células associativas, aquelas que fazem a comunicação de áreas do córtex entre si. Sua quantidade supera muito à das fibras que vêm do corpo (as aferentes) e à das que retornam ao mesmo (as eferentes), mesmo se somarmos estes dois grupos. É, portanto, uma rede riquíssima de comunicação, que possibilita grande intercâmbio de informação entre as diversas áreas corticais. Já vimos inclusive como os circuitos neuronais reentrantes ampliam o efeito destas comunicações. Mesmo assim fica difícil entender a apresentação simultânea de tantas informações no fenômeno consciente. Principalmente se considerarmos que cada transmissão sináptica leva um tempo determinado e que a imagem fenomenal é quase instantânea.

Vejamos primeiro como a consciência lida com o tempo. Para que qualquer sensação atinja a consciência, deve permanecer ativa durante um período mínimo. O neurofisiologista Benjamin Libet mostrou que um estímulo sensorial precisa de pelo menos 500 ms (milissegundos) de exposição para ser eficaz na produção de experiência consciente. Por outro lado, basta exposição de cerca de 150 ms para algum tipo de detecção sensorial inconsciente (Libet, 1982).

Se o estímulo dura menos que o mínimo, não será percebido. Poderá até compor uma sequência determinada, ser interpretado como parte de uma cadeia de estímulos, mas não será reconhecido individualmente. Assim, dois estímulos sequenciais rapidíssimos, por exemplo, são sentidos como um único. Se, em um experimento, se projeta um *flash* de luz vermelha, seguido imediatamente de outro verde, o resultado é a sensação de um único *flash*, de cor amarela (Efron, 1967).

Lembre-mos do efeito do cinema, quando fotografias estáticas projetadas sequencialmente trazem-nos a sensação de movimento. Isto acontece porque o processamento visual demanda algum tempo para se concretizar. Tudo o que ocorre em menos tempo será interpretado pelo cérebro como componente de alguma coisa. Nosso sistema nervoso enfatiza o contexto, inventando algo que faça sentido. Já havia-

mos visto como os neurônios desempenham bem esta função ao construir imagens, visando nossa adaptação com o meio físico, como no caso do ponto cego. Acontece que este meio físico está em constante transformação. É aí que nosso cérebro mostra que sabe lidar não só com o espaço, mas também com o tempo, elaborando conceitos relativos ao momento atual e também ao passado e ao futuro.

Vejamos um exemplo experimental, projetando pequenos focos luminosos sucessivos em dois pontos diferentes de uma tela, ponto A e ponto B, pouco distantes um do outro. Se a projeção sequencial é suficientemente rápida, a sensação resultante é a de um ponto só, que se movimentou de A até B. Isto é conhecido, igual ao cinema. Mas, variando um pouco, o que aconteceria se a cor da projeção no ponto A for vermelha e a da projeção no ponto B for verde? O que o experimento demonstrou foi surpreendente. O voluntário vê luz vermelha que se move em direção ao ponto B e se transforma em verde “antes” de chegar ao ponto B. Antes? Como podemos ver a cor verde antes da luz do ponto B ter sido projetada? Tudo indica que seja uma manipulação do passado, uma construção temporal do cérebro, para explicar algo confuso. É uma espécie de confabulação, reconstruindo a imagem do passado (Kolers, 1972).

As experiências de manipulação do futuro são bem mais conhecidas. São os diversos tipos de expectativas e condicionamentos, como nos famosos cachorros de Pavlov. A estes animais era oferecida comida, precedida pelo toque de uma campainha e comprovava-se sua salivação. Era o reflexo incondicionado, provocado pela comida. Em etapa posterior observou-se a salivação apenas ao toque da campainha, sem a oferta de alimentos. Era o reflexo condicionado, em que a campainha provocava a salivação, antecipando um provável aparecimento de comida (Pavlov, 1890). É uma construção mental inconsciente do futuro.

Consideremos agora alguns dados concernentes ao tempo de processamento neuronal. Como vimos, experimentos em laboratório estimam em 150 ms o tempo mínimo necessário para o cérebro detectar uma imagem (Thorpe, Fize, & Marlot, 1996; Libet, 1982). Sabemos também que uma onda luminosa que atinge a retina leva 35 ms para chegar a V1 e outros 100 ms para atingir o córtex temporal inferior, onde é identificada (Koch, 2004). Por outro lado, conhecemos o fato de que muitas imagens estão chegando a cada milissegundo na retina e cada uma delas inicia seu processamento no instante em que chega. A reação neuronal em cada sinapse leva de 5 a 10 ms. O que acontece com cada um destes processos que ocorrem em ligeira defasagem um do

outro, para que apareçam de forma tão organizada em nosso fenômeno consciente básico?

O fator decisivo para o encaminhamento de toda esta questão é que nossas sensações e movimentos são padrões disseminados no tempo e espaço, como em uma melodia. Para entendermos a consciência, é preciso examinar padrões espaciotemporais e não procurar um único neurônio ou um único momento (Calvin, 1998).

Em um determinado intervalo de tempo tudo que está sendo processado pelo córtex tem a “possibilidade” de se tornar consciente. O que determina se seu estado é ou não consciente não depende somente do local em que o processo ocorre, mas das condições físico-químicas do grupo de neurônios e sinapses envolvidos naquele intervalo.

Assim, ao vermos um balão azul flutuando no ar, estarão trabalhando naquele exato momento: uma determinada região cerebral processando a forma, outra a cor e uma terceira o movimento, entre outras. Cada uma destas áreas iniciou seu processamento em momento ligeiramente diferente da outra, mas todos estes processos “invadem” o mesmo intervalo temporal, no qual construímos objetos a partir de informações esparsas. Assim, não vemos uma imagem de uma bola e outra imagem independente da cor azul, mas um balão azul flutuando.

Por outro lado, o que faz então com que determinado processamento neuronal, em um dado momento, seja ou não consciente? O que faz com que a sensação de pressão da cadeira contra suas costas seja consciente agora, quando não o era há segundos? Afinal, as vias sensitivas são absolutamente as mesmas. Em quais circunstâncias os estímulos recebem a permissão para entrar no Olimpo?

A resposta a estas perguntas pode encontrar seu caminho em outros sistemas cerebrais mais conhecidos. Algum mecanismo mais arcaico pode ter servido de base para o surgimento da consciência. Já vimos que a seleção natural ocorre na maior parte das vezes a partir de pequenas mutações. Elas fazem o animal mais apto, podendo torná-lo mais forte ou mais rápido, ou mais inteligente. Geralmente cada uma destas mudanças traz um pequeno efeito, por vezes mais quantitativo que qualitativo.

As peculiaridades que determinam se um circuito neuronal é ou não consciente parecem ser muito semelhantes aos que ocorrem no sistema sono-vigília. A diferença fisiológica entre os estados de sono e vigília é, em última análise, a condição de ativação de neurônios e sinapses cerebrais. Os circuitos ascendentes do tronco encefálico es-

palham seus neurotransmissores e criam seus microclimas bioquímicos, em que pode predominar noradrenalina, serotonina ou acetilcolina. Os grupos neuronais corticais embebidos em ambientes noradrenérgicos tornam-se mais despolarizados, ficando mais perto do chamado potencial de ação e, portanto, do funcionamento. Estes neurônios “de prontidão” recebem os estímulos dos órgãos do sentido e o animal acorda, ficando pronto para um dia de atividade. Por que não imaginar que a consciência possa utilizar um mecanismo semelhante?

Em 1949, Hebb postulou que o correlato físico da representação mental consistiria em “assembleias de neurônios”, grupos de células especialmente conectadas entre si e com atividade coordenada ou sincronizada. Se o estímulo for repetitivo, as sinapses da coligação se fortalecem e o grupo pode atuar como sistema fechado, mesmo após o desaparecimento do estímulo (Hebb, 1949). Este mecanismo explica como células criam conjuntos que representam imagens ou conceitos. É a base neuroanatômica do aprendizado e da memória. Os estímulos, ao se repetirem em circuitos cerebrais, constroem um determinado padrão de atividade neuronal. Este pode ser detectado e passa a representar, por exemplo, as propriedades de um objeto. Os neurônios e conexões envolvidos sofrem modificações plásticas em suas estruturas, facilitando sua atuação em conjunto, mesmo no futuro. Basta para isto uma sinalização discreta específica, uma evocação.

Sendo este modelo variadamente repetido, novas assembleias podem ser formadas, com inter-relacionamento entre elas. Fica assim criado um modelo de mundo, com suas propriedades relacionais vinculadas a determinada estrutura interna do indivíduo. Uma função cognitiva emerge assim de um mecanismo local, com a transformação de sistema sintático em sistema semântico. É uma bela teoria (Flohr, 2006).

As assembleias de neurônios representam conceito diferente dos grupos neuronais de Edelman. Ambos significam agrupamentos de células, mas a conotação não é a mesma. Os grupos neuronais carregam uma noção anatômica, representada por múltiplas células constituindo circuitos reentrantes, traduzindo a ideia da comunicação recíproca, da multiplicação de possibilidades, de “alguns” significando “muitos”. Já as assembleias de Hebb remetem a uma ideia temporal, da congregação de vários elementos em determinado momento, da unidade, de “muitos” traduzindo “um”. Os conceitos são complementares.

A maioria dos autores assimilou a ideia das assembleias, algumas vezes modificando-a, para melhor adaptá-la às suas teorias. Assim o próprio Edelman criou o modelo que chamou de “núcleo dinâmico”, no qual os seus circuitos reentrantes ganham vida no sistema talamocortical (Langer, 1979; Tononi & Edelman, 1998). Da mesma forma, Damásio propôs a teoria das “zonas de convergência”, situadas anatomicamente nas áreas cerebrais associativas, para onde tenderiam os circuitos que processam a percepção ou a memória. As alças neuronais chegando e saindo destas zonas formariam circuitos de ativação, anterógrados ou em feedback. Elas acabariam em conjuntos ressonantes, que traduziriam afinal o percepto consciente (Damásio, 1989).

Vejamos como estes conceitos evoluíram.

Conjuntos de curto prazo

Em 1981 o professor de ciências de computação Christoph von der Malsburg propôs um modelo ampliando a concepção de Hebb, originariamente voltada aos mecanismos de memória. Suas simulações previram que assembleias de neurônios poderiam ser formadas não apenas por transformações neuronais de longo prazo, mas também por mecanismos mais rápidos. Ele considerou que a força da sinapse poderia aumentar a partir da ativação simultânea de elementos de *input* e *output* (pré e pós-sinápticos), permitindo que assembleias se formassem em poucos milissegundos. Assim, a formação destes conjuntos se prestaria não apenas para o armazenamento de dados, mas também para incrementar o processamento normal de informações.

Eis aí um modelo capaz de melhorar o desempenho dos computadores. Mais que isto, encaixa como uma luva para explicar sistemas neuronais com capacidade incrementada. A ocorrência de estados de consciência poderia depender de estruturas complexas de rápida formação (Von der Malsburg, 1981). Era uma hipótese aguardando comprovação.

Para o bem da ciência, este tipo de especulação tem ocorrido com frequência. Os cientistas cognitivos formulam hipóteses para o funcionamento de alguma função cerebral a partir de simulações em computador: montam redes neurais, mudam variáveis, modificam as interações e o número de elementos, simulam outra vez. Quando, enfim, conseguem um resultado compatível com os achados naturais no cérebro, publicam-no em revistas científicas ou o utilizam em no-

vos sistemas informatizados. Estas publicações, por sua vez, despertam os neurocientistas para novas possibilidades.

Sabemos que a transmissão dos impulsos nervosos se propaga por mecanismos químicos que ocorrem na sinapse, quando o neurônio pré-sináptico libera substâncias que interagem com os receptores do neurônio pós-sináptico, ativando-o ou inibindo-o. A coisa complica-se à medida que cada neurônio recebe a conexão de muitos outros e manda suas mensagens para outros tantos. É uma multidão de entradas e saídas que, por incrível que pareça, funciona bem. A sinapse não é então simples relé, mas verdadeiro *chip* biológico, comandando autênticas redes de processamento de informações.

Repensando a atividade celular sob a ótica da biologia molecular, poderíamos procurar sistemas neuronais que funcionassem como as redes simuladas no computador. A ideia é que, assim como um mecanismo molecular torna viável a transmissão sináptica, outro mecanismo possa exercer o papel de facilitador na excitabilidade de neurônios e, assim, na formação de assembleias. Esta foi a proposta dos neurocientistas que gostaram da ideia de von der Malsburg e iniciaram a busca de um candidato ao papel de modulador de atividade sináptica, capaz de facilitar a associação de neurônios e de reuni-los em assembleias incrementadas.

O melhor candidato encontrado foi um neurorreceptor. E não foi um receptor qualquer, mas aquele que responde ao mais importante dos neurotransmissores excitatórios, que é o glutamato. Este receptor chama-se NMDA (apelido do palavrão N-metil-D-aspartato). Seu modo de funcionamento é diferente dos receptores habituais, já que envolve mecanismos múltiplos. Por isto ele é conhecido pela sua importância na plasticidade (modificação da estrutura) dos neurônios, com consequências no aprendizado e na memória. As suas peculiaridades fizeram com que pesquisadores avaliassem sua eventual ação para facilitar a formação de assembleias de células.

Esta é a hipótese defendida pelo neurobiólogo alemão Hans Flohr, que acredita que as sinapses NMDA tenham propriedades para congregar assembleias, não apenas pelos mecanismos de longo prazo das memórias, mas também por possibilitar formações rápidas, capazes de explicar a junção das percepções no espaço e no tempo. Poderiam ainda permitir a união de pequenas assembleias em outras maiores, capazes de explicar representações de ordem superior, como a consciência.

Vejamos como funciona o receptor NMDA, com um pouco de imaginação e paciência. O receptor é uma proteína da membrana celular, que está ligada a um canal iônico. Este canal é nada mais que um orifício na membrana, que vai permitir (ou não) a passagem de um fluxo de partículas carregadas de eletricidade para dentro ou para fora da célula. É esta corrente elétrica que acaba “despolarizando” a célula, fazendo-a funcionar. Em situação de repouso, o canal iônico ligado ao receptor está fechado para fluxos de íons. Quando chega o neurotransmissor (no caso o glutamato), a “chave entra na fechadura”, ocasionando a abertura do canal e o conseqüente fluxo iônico. Até aí não seria diferente das demais sinapses.

Mas acontece que o NMDA contém um mecanismo adicional, que potencializa o funcionamento da célula, deixando-a mais excitável. Trata-se de uma molécula de magnésio situada no interior do canal iônico, que funciona habitualmente como um bloqueio parcial. Permite a passagem de íons suficientes para a despolarização normal, que deixa a célula funcionar. Entretanto, guarda ainda um segredo. Se no canal ocorrem fluxos iônicos mais intensos ou repetitivos, a molécula de magnésio é deslocada e o bloqueio parcial acaba, escancarando o canal e dotando-o das propriedades facilitadoras. É importante reafirmar que este mecanismo exige a despolarização prévia da célula e ainda reforços adicionais, como sinapses vizinhas excitadas. Dependendo da voltagem atingida, a despolarização desloca o magnésio e o canal fica livre. Fica pronto para a guerra.

Estes neurônios tornam-se a partir daí muito mais excitáveis, sensíveis a mecanismos pré e pós-sinápticos. Aumenta a sua comunicabilidade com outros neurônios que, igualmente excitados, formam alças de *feedback*, iniciando significativa atividade reverberatória. Assim, o complexo do receptor NMDA com seu canal iônico aberto fica ativado por centenas de milissegundos. Isto facilitaria a detecção de atividade neuronal correlata. Abre uma janela no tempo, e esta pode ser fator crucial para que as assembleias de neurônios se manifestem em fenômeno consciente.

O NMDA tem ainda outras ações, envolvendo mecanismos químicos intracelulares complexos, em cascata. Estes causam modificações nas conexões de duração ainda maior, envolvendo não milissegundos, mas horas, dias ou anos. É a chamada potencialização de longo prazo, que tem ligação com mecanismos da memória. A convivência de processos rápidos e outros lentos pode ser a responsável por diferentes níveis da consciência.

Flohr demonstrou ainda que mecanismos de inconsciência provocados por anestésicos podem acontecer por inibição direta ou indireta dos receptores NMDA, fortalecendo seu postulado (Flohr, 2006).

A hipótese de Flohr é de fato interessante, mas ainda carrega o *status* de hipótese. Seu compatriota W. Singer concorda com o modelo das assembleias, mas pensa que qualquer mecanismo químico de modulação sináptica seria lento demais para explicar as rápidas transformações que ocorrem na consciência. Ele pertence ao grupo daqueles que retomam um modelo físico como o melhor candidato para a formação das assembleias, ou seja, a sincronização dos ritmos de disparos. O argumento é que a consciência surge somente em condições cerebrais condizentes com EEG dessincronizado, como na vigília e atenção. É justamente nestas condições que ocorrem as oscilações gama, de alta frequência. Elas poderiam sincronizar a atividade neuronal em tempos curtíssimos. Isto foi demonstrado em registros de célula única, feitos simultaneamente em diversas áreas (sensoriais, motoras e associativas) de gatos treinados (Singer W. , 2001).

A neurocientista brasileira Suzana Herculano-Houzel publicou experimento em gatos, no qual a sincronização das respostas neuronais específicas a um determinado estímulo foi muito facilitada pela estimulação da formação reticular (Herculano-Houzel, Munk, Neuenschwander, & Singer, 1999). Colaborou assim com o modelo.

O neurofisiologista William Calvin considerou a importância tanto da sincronização da atividade neuronal como da potencialização de longo prazo inerente às sinapses NMDA, compatibilizando em parte os modelos anteriores. Ele levou em conta o fato de que o córtex cerebral é microscopicamente organizado não apenas nas camadas horizontais, mas também em pequenas colunas verticais. Estas poderiam ter um papel específico na viabilização da atividade mental. Começou pela constatação de que, nas camadas superficiais de uma coluna cortical, setenta por cento das sinapses estimuladoras derivam de neurônios vizinhos, situados a menos de 0,3 mm de distância. Estes neurônios teriam assim uma tendência natural a se estimular, de forma recorrente, até mesmo pela proximidade. Para que esta tendência não se “espalhe” como o fogo na floresta, há um sistema de conexões laterais inibitórias. A constante oscilação entre os estímulos dos vizinhos e a inibição lateral provoca curtas sincronizações, que habitualmente não se mantêm por tempo significativo. Quando os impulsos chegam sincronicamente, ativam os canais NMDA, potencializando a sinapse para responder melhor ao próximo impulso. Calvin conclui que “o reestímulo mútuo a uma distância padrão e a

amplificação sináptica NMDA têm este interessante ajuste recíproco perfeito, tudo por causa da tendência a entrar em sincronia. As propriedades emergentes muitas vezes surgem a partir de combinações do que aparentemente não está relacionado.” Considera esta microestrutura cortical como uma verdadeira “máquina darwiniana”, cujo resultado nos permite inventar e, diariamente, reinventar a nós mesmos (Calvin, 1998).

Como poderíamos resumir os conceitos apresentados neste capítulo, que já são sumários das ideias de Crick, Flohr, Singer e Calvin? A imagem mais forte é a da assembleia de neurônios, uma coligação celular que em determinado momento teria sua atividade significativamente aumentada por mecanismo químico (sinapses) e ou físico (sincronização). Desta grande coligação de células em funcionamento ótimo emergiria o fenômeno consciente. Seria condicionado pelo estado de vigília (com os circuitos do tronco e tálamo) e conteria assembleias menores, que estariam naquele momento processando as informações somáticas e sensoriais mais rudimentares. O mecanismo de ativação (químico ou físico) destes grupos exigiria a exposição a estímulos de amplitude e tempo acima de determinado limite.

Em outras palavras: em um indivíduo desperto, diversos estímulos (do corpo ou ambiente) de intensidade e duração que atingissem um limiar se encontrariam em grupos neuronais de funcionamento otimizado, surgindo então a consciência. Este estado representa então o melhor funcionamento possível de conjuntos de neurônios. É bem provável que signifique maior capacidade de processamento de estímulos aferentes, associativos e eferentes. Seria assim eficaz.

Vários autores consideram que a integração das assembleias é realizada pelos sistemas do tronco encefálico, que possibilitam tanto o sincronismo como as modulações químicas, por meio de suas projeções para todo o cérebro (Hobson, 1998).

As peculiaridades da vigília podem ter começado o processo. Todos os animais têm seus ritmos circadianos. A maioria interage mais durante o dia. Os mecanismos de vigília do sistema nervoso permitem um funcionamento neuronal mais apto a reconhecer e agir. Modulam as sinapses, agilizando-as. A modulação favorece os sistemas sensoriais, congregando as informações sobre o ambiente, em determinado momento. Hubel (aquele dos neurônios de V1 que reconhecem linhas e barras) demonstrou, em registros de neurônios de gatos, que a vigília traz melhora na razão sinal-ruído: a maioria das respostas evocadas das células corticais aumenta suas respostas, ao contrá-

rio das respostas diminuídas do *background*. Na realidade, todos componentes estavam aumentados, tanto os excitatórios como os inibitórios (Livingstone & Hubel, 1981).

Extrapolando este modelo da vigília, a manifestação subjetiva do funcionamento otimizado pode se traduzir como fenômeno consciente. Basta que acrescente “algo mais” ao funcionamento dos neurônios em vigília. Este “algo” pode ser um circuito reverberante mais robusto, talvez uma nova conexão talamocortical. Podem ainda ter importância novos circuitos corticocorticais, especialmente os que envolvem as regiões temporais e frontais.

Já que estamos especulando, vamos imaginar uma história:

Uma vez um filhote de um antepassado de um peixe (ou de um animalzinho ainda mais primitivo) sofreu mutação que incluiu alguns circuitos a mais em seu cérebro. Estes circuitos jamais se haviam manifestado em sua vida até aquele dia. Foi quando surgiu subitamente um predador. Os neurônios do gânglio nervoso principal do animal, que já estavam modulados pelos neurotransmissores responsáveis pela vigília, ficaram excitados ao máximo pelo estímulo perigoso.

De repente, seus neurônios sensitivos, que captavam as mudanças no meio, estimularam acidentalmente os novos neurônios (os mutantes), ao invés de ativarem diretamente os neurônios motores. Este novo grupo desencadeou algo novo. Os impulsos nervosos saíram dali, reverberaram pelos neurônios já excitados e sincronizaram com os impulsos de outras células. Subitamente, o animal “sentiu algo”. Deve ter sido um fenômeno tosco qualquer, como um raio, um choque, um estalido ou coisa que o valha. Mas o fato é que sentiu.

Estes neurônios também tinham ligação com os neurônios motores e o animal se moveu para longe da ameaça. Talvez tenha fugido até do próprio fenômeno, possivelmente assustador naquela primeira vez, tal como um ruído alto que nos tira do sono. Mas o fato é que o ato foi adequado e o animal se salvou. O fenômeno passou a se repetir e o animal aprendeu a utilizá-lo melhor. Foi sempre eficaz e o animal teve muitos descendentes.

Podia-se dizer que sua prole tinha vida interna: de vez em quando, aquele fenômeno tosco, seguido de fuga. Com o tempo, os filhotes passaram a perceber nuances do fenômeno, algum tipo de claro-escuro. Em seus encefalozinhos, outros neurônios vizinhos captaram fatores que acompanhavam o fenô-

meno e que passaram a “aparecer” também. As fugas ao perigo se tornaram mais precoces e mais eficientes. Alguns descendentes da terceira geração tiveram outras mutações e construíram rudimentos de imagens. Eram conscientes.

Até Einstein e Schrödinger, com todo seu rigor, fizeram experimentos de pensamento. Não resistimos.

Não há incompatibilidade entre este modelo de simultaneidade (ou processamento em paralelo, se preferirem) e o modelo hierárquico de Crick. Isto pode ser explicado pelas zonas de convergência de assembleias neuronais (com consequentes processamentos em série). O primeiro modelo representa a formação da imagem simultânea, que representa o aqui e agora. Desta imagem é extraído um objeto, para ser trabalhado em detalhe, caracterizando o segundo modelo.

Independente do tipo de processamento, a atividade neuronal que tiver força estará presente na consciência. Pode ser um estímulo em área primária, secundária ou associativa. Se for forte e duradouro, aparece.

Este é um apanhado do que chamamos consciência básica, este mundo simultâneo de múltiplos objetos. É como um ambiente especial, no qual está presente o fenômeno. Os funcionalistas o chamam de “área de trabalho”. É uma metáfora interessante, mas diminui a grandeza da consciência.

É deste já riquíssimo ambiente que ainda surge “o grande destaque”. Do amplo teatro da consciência básica evidencia-se o objeto mais importante do momento, para o qual nos viramos com prioridade. É o estímulo de maior intensidade e maior força, que vai utilizar ainda outros mecanismos de potencialização, para virar o grande astro. Este é processado em série e seus neurônios podem ser seguidos, um a um. É a consciência focal, possibilitada pelos mecanismos da atenção. Muitos autores se referem a isto, quando falam de consciência.



CAPÍTULO 12

DA SENSAÇÃO À PERCEPÇÃO

“A hipótese espantosa é a de que você, as suas alegrias e tristezas, as suas memórias e ambições, o seu sentido de identidade e livre-arbítrio, não sejam mais do que o comportamento de um vasto conjunto de células nervosas e das suas moléculas.” (Francis Crick, cientista americano)

“A maioria pensa com a sensibilidade, eu sinto com o pensamento.”
(Fernando Pessoa, poeta português)

Os correlatos neurais

Vejamos agora o cubo de Necker (Figura 12). É uma figura muito conhecida de um cubo transparente com todas as linhas visíveis, criando efeito tridimensional. Fitemos o cubo por alguns instantes. Ele muda. Sofre periódicas inversões em sua forma tridimensional, independente de nossa vontade. Ora ele vira para baixo, ora para cima. Só conseguimos ver uma das versões do cubo, nunca ambas simultaneamente.

Este fenômeno demonstra algo interessante: nossa consciência está sempre dirigida para um motivo único. Nosso foco é um objeto isolado ou um evento solitário. Não importa que exista uma linda e ampla imagem à nossa frente, repleta de objetos e pessoas. Estaremos concentrados em uma coisa só. Este objeto (ou situação) eleito é aquele com o qual se pretende interagir no momento. Não se trata de um objeto qualquer, mas daquele eleito, do mais importante. Sua imagem se destaca, separando-se do fundo. Traduz o resultado final de uma competição de neurônios, em que houve um conjunto vencedor absoluto. Para conseguir esta vitória, este grupo de neurônios mostrou-se prioritário, aliou-se a outros grupos e recrutou os mecanismos da atenção.

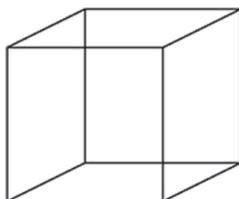


Figura 12. Cubo de Necker

Até agora nos dedicamos a avaliar os possíveis mecanismos de construção da consciência básica, aquela imagem geral unificada que nos surge a cada momento, síntese de sensibilidade e cognição. Agora é importante entender como é possível retirar um objeto desta selva e realçá-lo, tornando-o especialmente valioso, já que vai absorver nossos esforços e atenção. É o que denominamos consciência focal. Concretiza-se assim o objeto intencional, seja um percepto, uma memória ou uma ideia.

Para se destacar um objeto, o requisito inicial é que o mecanismo da atenção se dirija àquela região. Logo a seguir torna-se necessária a determinação dos limites do objeto e sua plena individualização (uma “coisa”). Isto desencadeia a tarefa de localizá-lo no espaço (está “aí”). Fica assim pronto para ser associado às memórias, implicando seu reconhecimento (é “isso” ou “aquilo”). Viabiliza-se finalmente a associação com as emoções e a valorização conceitual (é “bom” ou “ruim”). Nesta fase o processo já sugere uma resposta imediata, preliminar, de aproximação ou afastamento.

“Lá vem o meu vizinho Pedro, caminhando em minha direção, com cara de poucos amigos. O melhor é eu me virar nesta esquina e torcer para que ele não me veja.” Construímos a imagem de um homem, o reconhecemos como Pedro e como vizinho, localizamos sua imagem movimentando-se em nossa direção, atribuímos valor à sua expressão facial (poucos amigos) e tomamos finalmente a decisão de nos afastar.

Esta construção se faz para identificar rapidamente o elemento principal da cena, mesmo à custa de algum erro ou engano (Pedro poderia estar apenas angustiado, pois queria me contar uma boa notícia e não me encontrava). É a “melhor adivinhação” possível, do mundo que nos cerca, e acerta mais do que erra. Apesar de incompletas, estas construções mentais têm grande valor de sobrevivência.

A partir daí é possível controlar o comportamento, tornando-o menos dependente das restrições instintivas. Basta, por exemplo, utilizar mais amplamente a memória. A comparação do evento atual com vivências anteriores permite romper com as decisões automáticas, adiarem-se gratificações, avaliarem-se alternativas. A partir do ponto em que identificamos o objeto e lhe atribuímos valor é que podemos começar a nos afastar do determinismo e construir o livre-arbítrio.

Muitos autores restringem a noção de consciência à de intencionalidade. Já vimos que Husserl propôs que “consciência é sempre

consciência de alguma coisa”. Esta noção é compatível com o conceito de consciência focal, diferente daquele conceito de consciência a que vínhamos nos referindo nos capítulos anteriores. Aquela era a ideia de consciência básica, que não retrata apenas “alguma coisa”, mas um grande conjunto de coisas existentes no espaço-tempo.

É provável que Crick e Koch se referissem à consciência focal na segunda fase de suas pesquisas. Eles se concentraram na procura dos chamados “correlatos neuronais da consciência” (CNC), um grupo de neurônios que pudesse ser considerado essencial para a experiência consciente. Isto quer dizer o menor grupo, o que seria mesmo indispensável (Koch, 2004). Sua hipótese se embasava na possibilidade de seguir, passo a passo, os neurônios envolvidos na percepção, identificando os que se ativassem no momento da percepção consciente.

Esta hipótese privilegia o modelo espacial, com sua busca geográfica por circuitos, vias e neurônios, um a um. O trabalho visa o refinamento progressivo da procura, até que se chegue ao mínimo suficiente. Para acompanhar o raciocínio, continuaremos a trabalhar com a consciência visual, aprofundando o enfoque. É uma sequência de explicações técnicas, mas se lhes dedicarmos um pouco de atenção é possível entendê-las bem. Podemos nos imaginar como detetives tentando desvendar um mistério.

O objetivo é então identificar o tal grupo restrito de neurônios. É aquele ativado quando da focalização de um objeto ou situação, que compete com outros grupos, ganha apoio da atenção e sai como vencedor, em processo sequencial. A vitória pode acabar durando pouco, até a adaptação, fadiga ou derrota para outro grupo neuronal. Mas durante o seu tempo o grupo de neurônios reina, sozinho. Por isso, o momento desta “vitória” deve ser identificado, disparando-se aí os instrumentos que medem a atividade cerebral ou neuronal. Neste instante crítico poderemos identificar o CNC.

Antes de iniciarmos nossa procura, devemos lembrar quais são os caminhos corticais do processamento visual. O estímulo visual chega ao córtex já transformado, em sua passagem pela retina e tálamo. Após ser processado na área visual primária, o impulso segue para as várias áreas visuais secundárias, como as chamadas V2, V3, V3A, V4 e V5 ou MT (Figura 13). Cada uma delas recebe conexões diretas do tálamo e também umas das outras. Já sabemos que, em cada área, a atividade neuronal é desencadeada por um aspecto específico do estímulo luminoso e também que em cada uma se formam mapas representando aspectos do campo visual. À medida que vai se elevan-

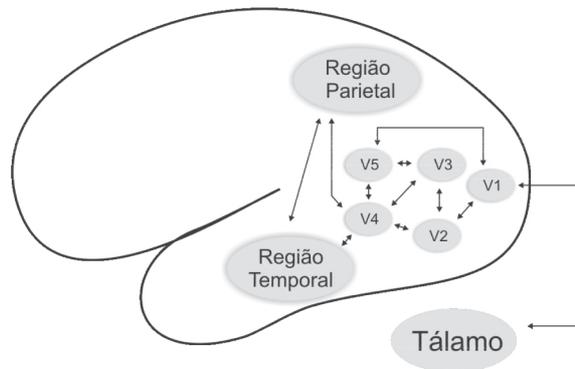


Figura 13. Áreas visuais

do na hierarquia, os mapas vão se sofisticando. Por outro lado, as representações do ambiente e do corpo vão se distorcendo cada vez mais e os fatores desencadeantes vão ficando sempre mais específicos.

V4, por exemplo, processa especificamente cores. Como tudo que acontece no córtex, a discriminação se faz segundo o contexto. No caso das cores, o processamento leva em consideração as condições de iluminação das áreas vizinhas. Assim, nós vemos uma maçã com a mesma cor, esteja ela exposta ao sol ou observada em um quarto escuro. Um computador acusaria duas cores diferentes, mas nossa V4 compensa as condições e nos produz uma informação útil. Lesões nesta área causam cegueira para cores (acromatopsia).

Já a área MT é sensível a movimentos, indicando direção, sentido e velocidade. Os pacientes com lesão desta região perdem a capacidade de observar os fenômenos animados que habitualmente vemos. É a chamada akinetopsia. Eles relatam imagens estáticas sucessivas, assim como nos quadros dos filmes. O déficit os prejudica em suas interações, dificultando evitar colisões com objetos em movimento, como crianças ou animais. Veem, por exemplo, um carro longe e logo após já pertinho. A imagem desaparece e já reaparece em outro lugar. Se estes pacientes tentam colocar café na xícara, este acaba derramando, pela falta da noção de movimento do líquido.

A partir das áreas secundárias, o estímulo visual segue o seu caminho hierárquico, rumo ao construto consciente final. Ele deixa a região posterior (occipital) e se divide em duas vias paralelas, ambas no sentido anterior do cérebro (Figura 14). A neuropsicóloga americana

Leslie Ungerleider descreveu estas vias, considerando o fluxo neuronal dorsal como responsável pela localização espacial dos objetos e o fluxo ventral pelo reconhecimento dos mesmos (Ungerleider & Mishkin, 1982). Chamaram-nas depois de via do “onde” e via do “que”.

A primeira via segue por cima, pelo lobo parietal. O córtex parietal posterior (PP) é uma área cortical associativa, responsável pela localização geográfica dos objetos e pela relação do corpo com os mesmos. É ainda um local de convergência dos estímulos de vários sistemas (visual, auditivo, sensibilidade profunda etc.). A atividade desta área se destina, portanto, à congregação das informações, localização do estímulo e preparo implícito para a ação.

A segunda via segue por baixo, pelo lobo temporal. O córtex temporal inferior (TI) se vincula ao reconhecimento dos objetos e também é considerado área associativa. Os neurônios desta via inferior se tornam cada vez mais seletivos para o objeto. Há grupos de neurônios que se especializam em identificar rapidamente um objeto já conhecido, enquanto outros reagem especificamente a determinadas faces. Quanto mais “superiores” na hierarquia (aproximando-se da região frontal), mais explícito é o processamento, aproximando-se assim do fenômeno consciente (Goodale & Milner, 1992).

Recordemos ainda que há mais de uma maneira pela qual um grupo de neurônios pode reunir fragmentos sensoriais dispersos, de modo a serem experimentados como imagem única e destacada. Em primeiro lugar, pode haver neurônios especializados nesta tarefa, de conjugar atividades de outras células, como aqueles da área visual primária, que recebem informações de pontos e acabam identificando barras. Outra maneira é por assembleias neuronais ativadas, sincrônicas.

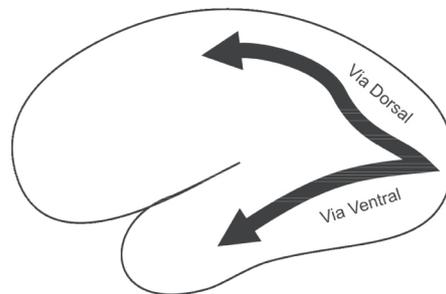


Figura 14. Vias visuais

De qualquer maneira, é da imagem ampla da consciência básica que vai ser extraído o objeto para ser trabalhado no ambiente da consciência focal. É um momento em que o cérebro emprega tanto os processamentos em paralelo como os em série. Assim, da assembleia maior de neurônios se destaca um grupo menor. Este seguirá caminho linear, até ser avaliado, reconhecido e disponibilizado para a ação.

No longo prazo este processo se transforma em aprendizado, através da plasticidade de circuitos neuronais, como no caso de letras do alfabeto ou faces. Quando se ativam estes circuitos por uma segunda vez, as transformações anteriores facilitam o atual reconhecimento. Por outro lado, se o objeto for desconhecido, se utilizam os mecanismos da atenção, até a formação de novos circuitos, que depois se comportarão como unidades.

Para se identificar um correlato neuronal da consciência, é necessário encontrar sua correspondência com o fenômeno mental. Deve-se identificar qual grupo de neurônios mostra atividade no instante em que o voluntário relata um fenômeno e que, por outro lado, se mantenha inativo em situação semelhante que não atinja a consciência. Em outras palavras, montam-se experimentos nos quais o mesmo estímulo seja enviado ao cérebro repetidamente, de maneira que algumas vezes ele atinja a consciência e outras vezes não (há técnicas sofisticadas para isto). O mapeamento cerebral ou o registro das atividades neuronais são então comparados em uma e outra situação. O grupo neuronal que só aparecer no primeiro caso é candidato a participar do CNC.

Aqui a consciência não está

No estudo do percepto visual, estas pesquisas já se concentraram em cada nível das vias visuais: na retina, nas estações intermediárias do tálamo e do tronco encefálico, no córtex visual primário, nos secundários e nos associativos.

O primeiro ponto explorado foi logicamente o olho. É até fácil se constatar que o CNC não pode se encontrar aí, na retina. Basta observar que o mapeamento da atividade das células da retina difere muito do relato da percepção visual consciente. Assim, na retina existe o ponto cego e sabemos que este não aparece em nossa imagem consciente. Já sabemos que os neurônios responsáveis pelo preenchimento desta lacuna não são os da retina, mas os corticais. Além disso, na retina a imagem borra durante o movimento dos olhos e chega a desaparecer nas piscadas. Nada disso ocorre na imagem consciente. Fi-

nalmente observa-se na retina uma baixa acuidade da representação de cores na periferia do campo visual, longe da fóvea (que é a região de convergência máxima dos raios luminosos). Esta não é nossa impressão consciente, com esta imagem ampla, colorida e uniformemente bonita. Em outras palavras, o mapa da retina é diferente do “mapa” da consciência visual. Nosso primeiro alvo, a retina, fica fragilizado como candidato à sede do CNC, pelo menos no que diz respeito a imagens definidas e focalizadas.

O CNC tampouco parece situado no tálamo ou no tronco encefálico. Houve um experimento curioso que demonstrou isto bem. Foi quando estimulações do córtex visual primário durante cirurgias com anestesia local provocaram fenômenos visuais simples, chamados fosfênicos (sensação de manchas luminosas). Ora, em condições normais, a imagem visual só chega ao córtex após passar pela retina, tronco e tálamo. Como as imagens conscientes deste experimento se formaram já no córtex e, portanto, sem a participação do tálamo, é improvável que o CNC precise desta estrutura (não se esqueça de que o CNC é a estrutura mínima “suficiente”). Diminuímos assim nosso interesse neste segundo alvo.

O principal centro de processamento visual em peixes, anfíbios e répteis chama-se colículo superior e se encontra no tronco encefálico. Em nós, ele é o núcleo responsável pelo contato da informação visual com os centros de movimentação dos olhos. Seria candidato ao CNC? Aqui também há estudos que indicam o contrário. Nos casos de lesão na área cortical visual primária, o paciente fica cego, e isto acontece mesmo que seu colículo superior esteja íntegro. Esta simples observação inviabiliza esta região como suficiente para a visão e, portanto, como CNC. Torna-se assim difícil que peixes, anfíbios e répteis possam ter fenômeno visual no mesmo nível de sofisticação que nós temos. Talvez só disponham de formas básicas da consciência.

Devemos então procurar o correlato neural da consciência no córtex cerebral. Afinal é ali que se viabiliza a criação da imagem que ao mesmo tempo é estável e dinâmica. É lá que esta imagem é relacionada com o contexto e passa a ser utilizada na relação com o mundo.

Nesta conjuntura, a área visual primária (V1) é a primeira a ser explorada. Está situada na região occipital, e é a primeira parte do córtex a receber o estímulo visual proveniente da retina. Sabemos que, se há lesão cerebral em V1, há cegueira para o campo visual correspondente (se a lesão for bilateral, há cegueira total). Portanto, esta região é necessária para a percepção visual consciente.

Entretanto, várias observações frustraram os pesquisadores que tentaram demonstrar que esta área seria suficiente.

Primeiramente, se o cinturão em torno do córtex visual estiver destruído, há cegueira, mesmo se V1 estiver íntegra. Isto não seria esperado se o CNC estivesse essencialmente em V1. Deveríamos ver algo. Além disso, há outras observações que confirmam esta nossa suspeita. Há estímulos aplicados em V1 que não aparecem na consciência e há pacientes com lesão de V1 que continuam a ter sonhos visuais. Constatou-se ainda que atividade neuronal durante as piscadas se reduz também em V1, sendo que o fenômeno visual permanece imutável. Estes achados reduzem a possibilidade de situarmos a sede do CNC em V1.

Seguindo a trilha

A professora de psicologia biológica Petra Stoerig estudou pacientes com visão cega. Ela considera a visão fenomenal como o nível mais baixo de visão consciente (o que nós chamamos de consciência básica), dependente da interação de áreas visuais primárias e secundárias. Este nível se perde em caso de lesão de V1. Já o reconhecimento de objetos (em nossa proposta, consciência focal) seria menos dependente de V1. Esta posição chama atenção sobre o nível de processamento e confirma que V1 é necessário para a consciência visual, mas não suficiente (Stoerig, 1998).

Um experimento interessantíssimo foi conduzido por Roger Tootell. Ele mostrou que a atividade dos neurônios em V1 do macaco se organiza em padrão absolutamente condizente com as formas que o animal estiver vendo naquele momento. Naquele trabalho, projetou-se para o macaco uma forma semelhante a uma roda de carroça e detectou-se em V1 um padrão de atividade radial um pouco distorcido, mas indubitavelmente representativo daquela forma. Qualquer observador externo que estiver vendo o estímulo externo e ao mesmo tempo o padrão de atividade neuronal detectado no experimento pode reconhecer a semelhança (Tootell, Silberman, Switkes, & DeValois, 1988).

No final de 2008, o pesquisador Yukiyasu Kamitani, em seu laboratório em Kioto, foi além. Ele apresentou uma série de imagens simples a voluntários, enquanto captava imagens de seus córtices visuais em um equipamento de ressonância magnética funcional. Cada imagem era enviada a um computador, que analisava seu padrão. Depois do treinamento foram apresentadas imagens sequenciais ao voluntário.

rio, ainda deitado no aparelho de RMf. O computador deveria adivinhar qual era esta imagem, a partir somente do padrão obtido na RMf. A máquina foi capaz de identificar cada imagem, optando entre milhões (Miyawaki, et al., 2008).

Imaginem só: é como se nossos equipamentos estivessem vendo a mente dos outros! Bom, talvez não seja tanto assim. Estes procedimentos demonstraram mapas bem interessantes da sensação visual, mas não diferenciaram o processamento consciente do inconsciente. Entretanto, estes belos trabalhos mostram que estamos bem perto. Talvez em experimento próximo nesta linha possam ser usadas estratégias mais específicas, capazes de evidenciar com clareza o CNC.

O experimento mais significativo para a busca do CNC foi feito por um cientista grego que trabalha na Alemanha. Para verificar o caminho da experiência visual consciente, Nikos Logothetis realizou trabalho de fôlego em seu laboratório em Tübingen. Este biólogo notável registrou a atividade de neurônios em diversas áreas cerebrais a partir de imagens que presumivelmente teriam atingido a consciência. Conseguiu isto aproveitando o conceito de rivalidade binocular, pelo qual duas imagens diferentes projetadas de maneira independente em cada olho não se fundem, mas se alternam na consciência. Ora uma domina, ora outra, em efeito que lembra o cubo de Necker.

Pois bem, dois macacos foram treinados para demonstrar o reconhecimento de imagens enquanto a atividade de seus neurônios era medida. As imagens eram apresentadas a cada olho separadamente, em experimento com múltiplas formas de controle. Os animais comprimiam uma alavanca na hora exata em que a imagem mudava, observando-se então o registro da atividade neuronal. Nas sucessivas variações do percepto consciente, puderam ser detectados quais neurônios disparavam quando a imagem mudava. Desta maneira pôde-se “seguir o rastro” da consciência.

Estes métodos nos conduziram ao córtex temporal inferior.

Verificou-se primeiramente que as atividades dos neurônios do tálamo visual (núcleo geniculado lateral) dos macacos não se modificavam quando a sensação mudava, tornando-se consciente. A seguir observou-se que pouquíssimos neurônios de V1 ou V2 experimentavam qualquer mudança, comprovando nossas observações anteriores. À medida que subíamos na hierarquia, a coisa foi mudando. Observou-se que cada vez maior percentual de células era arregimentado. Assim, mais de um terço das células se ativava em V4 e em MT, respondendo ao percepto consciente. Finalmente, 90% dos neurônios de

TI se manifestaram com o estímulo consciente. Esta observação se confirmou quando estes neurônios deixaram de responder no momento em que o estímulo era suprimido. Este grupo destacou-se, portanto, como coalizão neuronal vitoriosa. Concluiu-se que o grupo tem tudo para ser a parte mais importante do CNC (Sheinberg & Logothetis, 1997).

O trabalho de Logothetis é considerado decisivo, mas há outros experimentos no mesmo sentido, aproveitando a rivalidade binocular, o desvanecimento de imagens, o ponto cego, alguns mecanismos de atenção etc. O grupo de Edelman, por exemplo, concebeu experimento de rivalidade binocular em humanos, estudados com magnetoencefalograma. Encontrou diferenças da resposta de neurônios a estímulos conscientes e não conscientes nas regiões occipitais, temporais e frontais (Tononi, Srinivasan, Russell, & Edelman, 1998). Já o grupo de Lumer utilizou a ressonância magnética funcional para estudo semelhante, enfatizando a diferença captada nas regiões fronto-parietais (Lumer, Friston, & Rees, 1998). Parece que tanto a via visual temporal como a parietal desempenham algum papel na percepção consciente.

Outra questão residual precisa ser esclarecida. Sabe-se que este córtex temporal inferior tem importantes ligações anatômicas com o córtex pré-frontal e é importante determinar a consequência disto. Aliás, sabe-se mais sobre a anatomia desta região: o córtex pré-frontal se conecta intensamente com as várias áreas corticais de associação (como as parietais e as temporais), mas quase não apresenta vínculos com os córtices sensoriais primários. Desenvolveram-se então métodos para se avaliar o papel destas regiões na atividade consciente. Quando se usam técnicas de resfriamento para inativar as regiões TI e pré-frontais, verifica-se que a capacidade de percepção consciente é perdida. O córtex pré-frontal tornou-se, assim, companheiro da via temporal inferior, talvez o centro da integração dos estímulos conscientes processados. Já suspeitávamos disso quando verificamos sua relação com as memórias de curto prazo.

Koch desenvolveu modelo hipotético para imaginarmos como um estímulo visual pode se tornar consciente. Após um movimento, o olho se fixa em novo cenário. Os estímulos chegam à retina e seguem para a área visual primária, na região occipital. De lá se propagam para frente como uma onda, seguindo as duas vias divergentes e a seguir se juntam novamente no córtex pré-frontal. Pela hipótese, de lá voltam na hierarquia inversa. Os primeiros estágios da consciência estariam neste retorno, nos níveis mais altos, justamente no córtex pré-frontal. É lá onde se representa a essência de uma cena. Nestes

níveis superiores poderia se conectar com a estrutura neuronal da atenção e se viabilizar a construção de imagem única, em destaque. Podemos, finalmente, conseguir a correlação com o fenômeno visual. Estaríamos muito próximos da definição do CNC.

A partir destes estudos, fica criado um resumo concernente à localização das estruturas responsáveis pelos processamentos inconscientes ou conscientes. Os primeiros estão em estruturas subcorticais ou na via dorsal. Os conscientes predominam na via ventral, em contato com o córtex pré-frontal. Os autores concordam que o aspecto tempo de exposição ao estímulo pode ser decisivo. Para se tornar consciente, o estímulo deve se prolongar por um tempo mínimo, suficiente para que possa ser reforçado pela atenção e desencadear atividade reverberatória.

Baars procurou sintetizar diversas abordagens contemporâneas da consciência com seu modelo do “espaço global de trabalho”. Seu grupo aponta alguns elementos que comporiam a estrutura imaginada: (1) A consciência é um aspecto arquetônico da organização cerebral com influências e efeitos globais. (2) Diversos mecanismos cerebrais poderiam estar envolvidos com estas funções. (3) A experiência consciente exige interação contínua entre estímulos sensoriais e memória. (4) Atividades corticais localizadas são responsáveis pelo conteúdo da consciência. (5) O eixo tronco-talamocortical sustenta o estado, mas não o conteúdo da consciência. (6) Um sistema seletivo de atenção, incluindo o núcleo reticular do tálamo, seleciona entre conteúdos possíveis para a consciência. (7) As regiões corticais posteriores disponibilizam o conteúdo consciente e as regiões anteriores se envolvem em controle ativo e voluntário. Ambos são necessários para a experiência consciente normal. (8) Há interação com circuitos relacionados com o *self* e as emoções, provendo um sistema estável e contextualizado (Baars, Newman, & Taylor, 1998).

Percebe-se que a síntese não é exaustiva, omitindo alguns aspectos essenciais, como o problema da junção. Privilegia o modelo espacial e a construção da consciência focal. De qualquer maneira, ilustra a importância da interação de diversos mecanismos na construção do fenômeno consciente (Figura 15).

Eu acredito que estes estudos de Crick, Koch, Logothetis, Baars e outros se encaixam muito bem no modelo da consciência focal e das percepções em geral. Estes autores, assim como Edelman e Damásio, privilegiam a avaliação da consciência no espaço, no cérebro. No que concerne à consciência básica e às sensações do mundo, o modelo deve

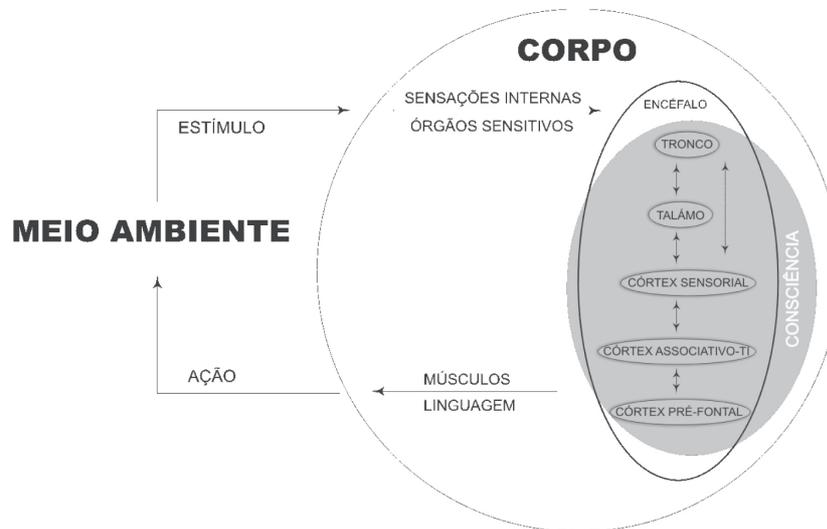


Figura 15. Anatomia da consciência

obrigatoriamente estar embasado em processamento em paralelo, como vimos nos modelos de sincronização e assembleias de neurônios retratados por Libet, Flohr, Singer e Calvin. Estes enfatizam o comportamento do fenômeno no tempo.

Quando nos deparamos com tantas teorias, surge a impressão de que os cientistas estão tão discordantes quanto os filósofos. Entretanto, há diferenças enormes entre os tipos de discórdia. Cada cientista se debruça em um aspecto do fenômeno e tenta correlacioná-lo com a atividade cerebral circunstancialmente observada. Não se trata geralmente da contenda entre hipóteses (embora também as haja), mas da tentativa da escolha do aspecto mais relevante para explicar as coisas. E, como vimos até agora, se avançou mais nas duas últimas décadas do que nos cinquenta séculos anteriores da civilização. Acontece que, ao se responder uma pergunta sobre o funcionamento do cérebro, inevitavelmente surgem outras. Nesta corrida, os cientistas parecem estar em uma maratona, ou talvez em corrida com barreiras. Por outro lado, os filósofos vinham se enfrentando diretamente, como em lutas de boxe. No final, cada grupo disputará suas medalhas e tudo indica que estas estarão destinadas aos que conseguirem convergir suas hipóteses. Nos tempos recentes os protagonistas têm sido os cientistas. Os filósofos estão cada vez mais abraçando a função da arbitragem, assumindo papel certamente indispensável na complexidade do tema.

CAPÍTULO 13

DA LINGUAGEM AO EU

“O que importa afinal, viver ou saber que se está vivendo?”
(Clarice Lispector, escritora brasileira)

“O espírito não é somente a chave que pode abrir o tesouro, mas o tesouro mesmo.” (Henry Buckle, historiador inglês)

A autoconsciência

O quadro geral que agora dispomos é extenso, mas nem por isto confuso. Se recordarmos nossa trajetória, veremos que as informações são concatenadas. Com os estudos de lesão ficou claro o papel da substância reticular, do tálamo e de algumas regiões corticais na construção da experiência consciente. Vimos depois que funções como vigília, atenção, percepção, emoção e memória participam intimamente do próprio fenômeno consciente. Reconhecemos como o desenvolvimento do bebê pode moldar circuitos reentrantes, construir mapas e possibilitar relações entre grupos de neurônios. Avaliamos mecanismos físicos e químicos capazes de potencializar a transmissão sináptica e de formar assembleias de células, que compõem a estrutura mutável da consciência. Restringimos finalmente a busca ao objeto em destaque, encontrando circuitos de fato essenciais na região temporal, que geralmente agem potencializados por suas conexões frontais.

As vias oriundas da FR e do tálamo são necessárias, mas vimos que não são suficientes para a experiência consciente. Da mesma forma os circuitos localizados nas áreas corticais sensoriais e associativas também parecem necessárias, mas tampouco são suficientes. Uma hipótese razoável é que estes componentes, “em conjunto”, sejam necessários “e” suficientes (Baars, 1993).

Esta síntese parece conclusiva para o entendimento da biologia da consciência, pelo menos em seus níveis básico e focal. Definimos assim o esboço da estrutura responsável por um dos fenômenos mais fascinantes que podem ser vivenciados pelos humanos e outros vertebrados. Não sabemos exatamente em qual etapa na evolução das espécies surgiu a consciência básica, mas acreditamos que algum tipo

de fenômeno possa ter aparecido bem cedo, em animais ditos primitivos. Por sua vez, a consciência focal requereu certamente um cérebro mais desenvolvido, sendo mais provável só em vertebrados superiores, talvez em algumas aves.

Finalmente a consciência superior é aquele mecanismo mais sofisticado e de surgimento mais recente, restringindo-se aos mamíferos e especialmente aos primatas. Ela evoluiria mais ainda e de maneira impressionante na espécie *Homo sapiens*.

Nós, seres humanos, somos criaturas conscientes e sabemos que somos. Valorizamos muito esta nossa consciência e temos a impressão de que ela é essencial para que sejamos o que somos. Estas noções só se tornaram possíveis a partir da progressiva complexidade das estruturas responsáveis pela consciência.

A ampliação da consciência rumo a seus níveis superiores teve seu ponto de partida na consciência focal, quando circuitos cerebrais modulados pela atenção conseguiram delimitar e individualizar cada objeto. O resultado deste processamento foi a adequada caracterização deste objeto. O grupo neuronal responsável passou a funcionar como uma unidade, e esta pôde ser armazenada na memória. Definiu-se assim um padrão. Na evocação deste padrão o animal sempre conseguia fazer a identificação e o padrão se fortalecia. A cada vez que se deparava posteriormente com objeto igual ou semelhante, ocorria nova interpretação, com construção mental um pouco diferente. Ao encontrar objetos diferentes, era possível realizar comparações com o primeiro, caracterizando semelhanças e diferenças. Surgiram analogias e, portanto, abstrações. A associação de abstrações levou às classificações, permitindo agrupar os objetos semelhantes e separá-los dos diferentes.

No ponto em que se fez a primeira abstração, as possibilidades mentais foram incrivelmente aumentadas. Das classificações abstratas rudimentares surgiram os primeiros símbolos, representados provavelmente por gestos ou gritos, como ainda hoje se vê nos primatas. O exercício mental simbólico permitiu o pensamento livre, um tipo de atividade metaconsciente, capaz de construir conceitos. Incurções no passado e futuro tornaram-se viáveis. Desenvolveu-se capacidade de imaginar cenários alternativos, utilíssimos para a tomada de decisão. O raciocínio simbólico livre passou a criar organizações mentais, compatibilizando os símbolos recém-criados (e as classificações armazenadas na memória) com o fluxo consciente atual.

Tornou-se então possível formar uma noção sofisticada do “eu”, como objeto simbólico que pôde ser abstraído do próprio corpo, para logo identificar-se novamente com este mesmo corpo. Este “eu” passou a ser identificado não só com o corpo percebido, mas também com sua memória, sua história. Foi a formação da autoconsciência, aquela capacidade de não apenas se possuir estados internos, mas também de se perceber que os possui. O casal Tripicchio defende o termo “vivência reflexiva” para caracterizar este estado de consciência normal em um indivíduo humano adulto (Tripicchio & Tripicchio, 2004).

A autoconsciência pode ainda carregar consigo a habilidade de imaginar ou deduzir o pensamento dos outros. Trata-se da aptidão de atribuir estados mentais a terceiros. Se eu conheço meus pensamentos em determinada situação, posso inferir que outra pessoa terá pensamentos semelhantes em situação parecida. Esta capacidade, também chamada de “teoria da mente”, constitui a base da empatia e de muitas outras capacidades, positivas e negativas, para a vida em sociedade. Facilita a convivência entre as pessoas, sendo especialmente eficaz se associada às emoções sociais, como orgulho, vergonha e culpa. A empatia desenvolve-se mais à medida que reflete a capacidade de compreender as experiências e os estados emocionais de outros. Isto possibilita uma ruptura mais ampla com o determinismo do comportamento instintivo, trazendo a criação de códigos morais. O homem deixou de ser simplesmente gregário para ser social, com toda a abrangência do termo.

O raciocínio abstrato e simbólico potencializou ainda a criatividade e a evolução da inteligência. Veio então a invenção de ferramentas, que aumentou ainda mais a liberdade dos homens. Foram passos decisivos para viabilizar definitivamente a espécie.

Entretanto, a característica que diferenciou efetivamente o *Homo sapiens* foi a linguagem. Este foi um momento fundamental, e não só por ter possibilitado melhor entendimento entre os homens. A linguagem permitiu expansão importantíssima no conteúdo da consciência, melhorando a dinâmica de seus processos. O pensamento passou a contar com um monólogo interno, verbal, que acabaria por ser decisivo em seu desempenho. Passou a ser dominante, mesmo em relação às imagens. Além de tudo, a palavra falada foi também o primeiro método de armazenar conhecimento fora do cérebro. As experiências de vida passaram a ser contadas, a ser transmitidas entre as gerações, criando a cultura.

Os fatores biológicos que contribuíram para o surgimento da consciência superior, incluindo a autoconsciência e a consciência simbólica, não são bem definidos. É bem provável a participação de mecanismos epigenéticos. Afinal, na intimidade do cérebro, as sinapses podem sofrer transformações plásticas rápidas e lentas. Ambas são necessárias para formação de representações de ordem superior. As lentas só ocorrem em caso de estimulação repetida da sinapse. Os processos rápidos também ocorrem nesta mesma matriz de neurônios, formadores das assembleias de neurônios. Neste ambiente, um sistema que gere repetidamente representações de ordem superior pode também formar um conceito abstrato de si mesmo e guardá-lo na memória (Flohr, 2006).

Mecanismos genéticos certamente deram sua contribuição. Propriedade como a consciência superior pode ter emergido a partir de mutações que resultaram em novos grupos de neurônios ou em conexões especiais. Edelman imagina grupos neuronais recém-criados formando circuitos reentrantes que atuam supervisionando os anteriores. Eles ocasionariam um aumento na capacidade de categorização. A recategorização repetida possibilitaria a aprendizagem, através do aumento da conectividade reentrante. Chimpanzés já apresentam esta propriedade, pela qual identificam melhor as situações e passam a controlar o comportamento de maneira mais adequada. Trata-se então de capacidade que o cérebro adquire ao mapear as próprias atividades (Edelman, 1992).

Damásio mais uma vez enfatiza as estruturas cerebrais que representam a continuidade do organismo individual e de sua relação com o mundo. O cérebro tem mapas para o organismo e outros mapas para os objetos exteriores. Estruturas novas criam um mapeamento de segunda ordem, resultando na indicação da interação do organismo com o objeto. Isto resultaria em um senso de propriedade dos próprios pensamentos. A consciência superior utilizaria intensamente os córtices de ordem superior, como as regiões temporais e frontais. Assim, ao contrário das regiões corticais sensoriais, que disponibilizam um espaço de imagem para os estímulos do meio, os córtices frontais ofereceriam uma zona de convergência para unificação e elaboração dos mesmos. Os núcleos subcorticais fechariam os circuitos responsáveis pela consciência. O tálamo e os córtices do giro do cíngulo desempenhariam aqui papel crucial (Damásio, 2000).

O mais interessante é que todo o arsenal fenomênico dos diversos níveis da consciência (básica, focal, superior e subdivisões) sempre se manifesta como algo unificado. As imagens da periferia do campo

visual formam unidade com a imagem focalizada da fóvea. Da mesma forma, nossos fluxos de pensamentos não se dissociam de outras sensações, como formigamentos na perna, a buzina lá fora ou o eventual humor do momento.

Há tentativas de se explicar esta unidade utilizando somente avaliações fenomenológicas. A unificação pode ocorrer mais facilmente entre os fragmentos mentais que caracterizem o mesmo assunto, ou entre os que ocupem espaço fenomenal comum (uma imagem) ou o tempo fenomenal comum (uma melodia). Aí há dominância de pensamentos de ordem superior, com coparticipação de assuntos ou ainda inclusão de assuntos marginais na abrangência dos principais (Dainton, 2007).

Nossa ênfase continua biológica. Acreditamos que a unificação se faz da mesma forma que ocorre em outros níveis da consciência. Os novos grupos neuronais (responsáveis pelas funções superiores) se integram nas assembleias neuronais responsáveis pela consciência básica, ampliando-as.

Os distúrbios da consciência superior e do pensamento observam-se principalmente na psiquiatria. São muito evidentes nos delírios, alucinações e nas ideias paranoicas, em que surgem pensamentos bizarros e transtornos de percepção.

Entretanto, mesmo os transtornos psicológicos ou emocionais menos graves podem significar alteração no estado geral da consciência. Assim, os episódios depressivos causam distúrbios de percepção e memória, privilegiando aspectos negativos dos mesmos. Acompanham-se de desânimo, baixa energia e transtornos do sono. Por outro lado, a ansiedade torna os pacientes excessivamente vigilantes, dividindo sua atenção entre ameaças reais e imaginárias. Existem os transtornos de personalidade múltipla, em que o paciente se vê, ora como um personagem, ora como outro. Quando desempenha um papel, ignora completamente o outro (lembra-se de “O médico e o monstro”?).

O tratamento destas doenças envolve medicamentos que atuam sobre os sistemas de neurotransmissores, imitando ou bloqueando a ação de determinadas moléculas. Os sedativos e calmantes geralmente aumentam a ação de neurotransmissores inibidores (como o GABA). Os antipsicóticos combatem as alucinações bloqueando a modulação da dopamina. Do outro lado, os remédios que aumentam a eficácia da dopamina atuam como estimulantes e são ótimos nos distúrbios da atenção. Os antidepressivos melhoram o humor aumentando a disponibilidade da serotonina e da noradrenalina nas sinapses.

As drogas psicoativas “recreacionais” (termo politicamente e excessivamente correto) também atuam nestes mesmos sistemas. A maconha e a cocaína causam a dependência aumentando os níveis de dopamina em conglomerado neuronal profundo, chamado *núcleo accumbens*. Estas e outras drogas desregulam o sistema fisiológico da recompensa, fazendo com que o viciado procure obstinadamente repetir o efeito. Já drogas como o LSD ou a mescalina interferem no sistema da serotonina, provocando alucinações.

Reconhecendo-se no espelho

A avaliação da consciência superior está sujeita ao relato de seres humanos adultos, que descrevem suas experiências enquanto se submetem a testes. Já a verificação da existência de autoconsciência em bebês ou em animais depende de se encontrarem marcadores externos condizentes com os estados fenomênicos.

Há muito que a capacidade de reconhecer a própria imagem em espelho intriga os pesquisadores. Vários autores, incluindo Darwin, já haviam correlacionado esta capacidade com habilidades cognitivas superiores. Pouco depois, o alemão Wilhelm Preyer correlacionou o autorreconhecimento no espelho com a construção da noção do “eu”, trabalhando com desenvolvimento infantil. Já no século XX, o francês Jacques Lacan sugeriu a importância do reconhecimento no espelho na construção do *self* unificado, exercendo grande influência na psicanálise europeia e latino-americana.

Na década de 1970, Gordon Gallup, trabalhando com chimpanzés e macacos, aprimorou o teste. Colocou marca de tinta inodora na testa do animal e verificou sua reação à frente do espelho. Os chimpanzés tocavam com frequência a marca de tinta, mostrando reconhecer-se. Os macacos não, tocavam o espelho.

Este experimento foi repetido em diversas espécies de primatas e outros mamíferos, como elefantes e golfinhos. Os melhores resultados foram mesmo com chimpanzés e bonobos. Posteriormente os testes foram aplicados em crianças pequenas, quando se determinou a idade de 18 meses como a média em que os bebês passavam a reconhecer-se efetivamente.

Mais recentemente vários testes foram desenvolvidos no sentido de averiguar o autorreconhecimento em adultos, como a identificação da própria fotografia ou de sua voz no meio de fotos ou vozes de outros. O autorreconhecimento implicaria a utilização da

autoconsciência. Estes testes foram feitos enquanto a circulação ou metabolismo cerebral eram medidos, por meio de PET ou RMf. No livro *“The face in the mirror”*, Julian Keenan cita os trabalhos do grupo de Gallup e de vários autores que destacaram o papel desempenhado pelo hemisfério direito nestas condições, especialmente de regiões do lobo frontal, como o giro do cíngulo. Seriam indicações do substrato anatômico do autorreconhecimento (Keenan, Gallup, & Falk, 2003).

Entretanto, outros aspectos da autoconsciência parecem ter origem em outras estruturas. O psicólogo canadense Alain Morin retorna ao hemisfério esquerdo, ao apontar a importância do diálogo interno na construção da autoconsciência. A partir das próprias pesquisas e revendo outro lado da literatura, questiona o autorreconhecimento como parâmetro exclusivo na determinação da autoconsciência. Ressalta a importância de traços de personalidade, da memória autobiográfica, dos julgamentos preferenciais e de outras características que utilizam amplamente o diálogo interno. Os autores que mediram a atividade cerebral durante o exercício desses domínios encontraram predominância do giro frontal inferior esquerdo (Morin A., 2007).

Como Sperry já afirmara, o hemisfério esquerdo é evidentemente autoconsciente, já que é capaz de produzir comentários verbais sobre identidade, sensações, emoções etc. Entretanto, ele constatou, a partir de observações em pacientes com cérebro dividido, que o hemisfério direito é capaz de autorreconhecimento e que é pelo menos igual ao hemisfério esquerdo em termos de consciência (Sperry, Zaidel, & Zaidel, 1979).

Estas controvérsias relativas à consciência superior mostram que, apesar de algumas pistas sugerirem o lobo frontal, ainda engatinhamos nestas questões. Talvez devamos avaliar separadamente os diferentes componentes da autoconsciência. Afinal, uma propriedade que engloba autorreconhecimento, diálogo interno, memórias, preferências, julgamento, planejamento e outros traços pessoais é seguramente muito complexa e deve ter componentes processados de forma separada.

O conhecimento fora do corpo

Esta foi a história de como o aumento da complexidade da consciência foi decisivo na caracterização de nossa espécie. O enriquecimento das memórias de longo prazo com a utilização de símbolos criou modelo que nos libertou das amarras do presente e a autoconsciência

foi o marco decisivo. Surgiu depois a linguagem e o *Homo sapiens* ficou formado. A consciência superior propiciou a base para novos saltos evolutivos, mesmo independentes da necessidade de novas mutações. A capacidade de manipular símbolos, que caracterizou a semântica, foi potencializada por mudanças epigenéticas que deram origem à sintaxe. A partir daí, algumas centenas ou milhares de palavras passaram a originar frases e um sistema conceitual sem limites.

É possível que exista vida mental rica mesmo sem o domínio da linguagem, como demonstram estudos feitos com surdos de nascença e com crianças pequenas. É viável a formulação de conceitos mesmo sem capacidade linguística. Entretanto, a diferença introduzida pela linguagem é enorme, facilitando a comunicação, multiplicando a capacidade intelectual e potencializando o acesso ao conhecimento (Bloom, 1998).

Esta liberdade caracteriza agora a nossa atividade mental consciente, com a organização de complexa vida interior, onde a mudança contínua dos objetos caracteriza o pensamento e a capacidade de manipulá-los define a inteligência. A invenção da escrita possibilitou a acumulação de conhecimento fora do corpo, em passo decisivo para o desenvolvimento cultural e tecnológico. Vieram a seguir as bibliotecas, a imprensa, a internet. Parece não haver limite.

Não existem todas as respostas, mas o problema finalmente está situado. Afastaram-se modelos mágicos. Excluíram-se as propostas genéricas demais. Os filósofos da mente atuais devem continuar questionando qualquer tipo de realismo ingênuo, mas devem evitar confrontos com as evidências empíricas, que os levem a becos sem saída. Os psicólogos podem seguir privilegiando aspectos fenomenológicos, sem deixar de verificar os limites impostos pelos domínios biológicos. Que os cientistas cognitivos continuem construindo novos modelos de observação e simulação da mente humana. Aos neurocientistas cabe a tarefa de procurar agulha no palheiro, munidos de paciência, impulsionados pela curiosidade e abastecidos pelo enorme valor do conhecimento existente.

CAPÍTULO 14

DO MILAGRE À EMERGÊNCIA

“O todo é mais que a soma das partes.”
(Aristóteles, filósofo grego)

“O que é um espírito que pode conceber o cérebro que o produz e o que é um cérebro que pode produzir um espírito que o concebe?”
(Edgar Morin, filósofo francês)

Temos as peças do quebra-cabeça

O estudo da consciência é difícil, mas muito prazeroso. Tanto que interessou algumas das inteligências mais privilegiadas de todos os tempos. Repassar as suas ideias permite o desfrute direto de suas aventuras intelectuais.

Já nos encantamos com a beleza das histórias místicas contadas há milênios, procurando situar as noções de espírito, alma e mente. Ficamos impressionados com a fertilidade dos debates dos filósofos, cuja força nos legou algumas das mais profundas páginas sobre a natureza humana. Admiramos os modelos desenvolvidos pelos psicólogos que, especialmente com os recursos modernos, apontaram rumos decisivos para a pesquisa. Entretanto, enfatizamos especialmente os aspectos biológicos da consciência, acreditando que a neurociência seja a atividade mais promissora para desenvolver os conceitos para a compreensão da mente humana.

Partimos da premissa de que a consciência é um fenômeno pessoal. Esta asserção foi, antes de tudo, descritiva. Realizamos então nossa jornada pelas tentativas do homem para entender o assunto. Concordamos que nada poderia ser deixado de lado, seja ciência, filosofia, literatura, misticismo e nem mesmo as histórias contadas pelos nossos avós. Revimos o significado da palavra fenômeno, qualificamos os diversos estados da consciência, descrevemos seu conteúdo. Concluímos que, mesmo que inspirados, só conseguiríamos um pálido retrato da imagem forte que nos traz a nossa própria consciência. A esta imagem só podemos nos referir na primeira pessoa e por isto refiro-me agora à minha consciência, esta companheira fiel de toda a vida, testemunha exclusiva dos meandros da história que vivi

até agora, forjadora da minha personalidade, professora, amiga, crítica (por vezes cruel), inexoravelmente minha, ou, melhor falando: eu.

Neste trabalho desenvolvemos três hipóteses básicas, todas bem conservadoras. Em síntese, elas consideram a consciência como uma propriedade biológica emergente, com função adaptativa e com sede no sistema nervoso. As três são intimamente inter-relacionadas e parcialmente superponíveis e caracterizam um tipo especial de linha reducionista, esperançosa em poder explicar a nossa mente por mecanismos naturais.

Levantamos aspectos que a ciência tem estudado a respeito. Revisamos a consciência sob metodologia histórica, de onde extraímos argumentos filogenéticos e ontogenéticos de seu surgimento. A seguir passamos ao estudo empírico, de onde vêm demonstrações fisiopatológicas e teorias fisiológicas. Apesar de sabermos que nem todas as perguntas podem ser respondidas, há evidências suficientes para acreditarmos nessas proposições.

1. A consciência é uma propriedade biológica emergente

Quando falamos em propriedade biológica, referimo-nos a uma característica do ser vivo, como respiração, crescimento ou reprodução. Nossa revisão procurou demonstrar que a consciência nada mais é que uma destas, afastando-se de qualquer hipótese sobrenatural ou de uma substância não física.

Por emergente denotamos aquela propriedade que surge quando elementos simples atuam em conjunto, caracterizando um sistema complexo. Aparecem aí qualidades novas e imprevisíveis, inexistentes nas partes elementares envolvidas.

Vimos aqui como propriedades emergentes surgiram já no início do universo, possibilitando o aparecimento de sistemas ordenados, como átomos, estrelas, moléculas ou células vivas. Tudo se formou pela combinação de leis fundamentais com circunstâncias acidentais. Assim, a vida foi uma combinação de física, química e acidentes. A evolução veio de sistemas biológicos mais acidentais. A consciência veio de neurobiologia e acidentes. Não há lugar para causas adicionais ou ocultas, só o conceito de emergência. Tudo ocorre por acaso ou por necessidade.

O mundo ainda é um local variado e dinâmico, que contém sistemas caóticos e outros organizados. Há tendência geral para a desor-

dem, mas os sistemas ordenados teimam em continuar existindo. Qualquer sistema organizado, para se manter, deve interagir com os restantes, para absorver uma quota de entropia do ambiente.

Sendo altamente organizados, os seres vivos necessitam de contínuas trocas com o meio, a fim de manterem a ordem interna. Só sobrevivem os que têm mecanismos eficazes de proteção, reconhecimento, interação e reprodução. Devem diferenciar-se do ambiente, criar uma individualidade. Mesmo os seres mais primitivos são equipados com estas disposições. A cada nível filogenético variam os mecanismos, mas as funções são preservadas. Em cada nova espécie, as estruturas responsáveis surgem por mutação e, se eficazes, permanecem, por seleção natural. Nos animais, as células nervosas se desenvolveram com esta finalidade, para comandar a interação do organismo com o meio. Elas tomaram para si as funções de reconhecimento, processamento de informações e determinação das respostas. Nas inúmeras mutações que possibilitaram a evolução das espécies, propriedades emergiram a cada vez, com maior ou menor poder de ampliar esta capacidade de interação. Uma delas foi a consciência.

2. A consciência tem função adaptativa

Estas funções de relacionamento ocorrem em todos os seres vivos, desde os mais simples. Algumas delas podem ser identificadas mesmo em sistemas químicos não vivos. Das bactérias aos primatas, cada organismo reconhece, processa e reage a estímulos, cada espécie com seus métodos. Os animais utilizam intensamente o sistema nervoso para esta finalidade. A consciência foi mostrada como uma faculdade auxiliar, capaz de ampliar os resultados e ser mesmo decisiva para a sobrevivência, especialmente em situações complexas.

A função de reconhecimento, por exemplo, tornou-se essencial logo na origem dos sistemas vivos. Moléculas da membrana celular de organismos simples já são capazes de reconhecer bem o seu meio. São proteínas especiais, que identificam agentes químicos ou mecânicos e transferem a informação para o meio intracelular, desencadeando reações em cadeia. Estas reações são as responsáveis finais pela resposta, caracterizada por alguma secreção ou movimento. Cada uma destas funções é adaptativa e essencial à vida.

Nos animais, as terminações nervosas especializaram-se na primeira etapa do reconhecimento dos estímulos, e as células nervosas na transmissão dessas informações. Os arcos reflexos, que são circuitos

integrando neurônios sensitivos e neurônios motores, garantem resposta simples. Arcos reflexos complexos, com o envolvimento de vários neurônios intermediários, permitem respostas complexas. Com a evolução, sofisticaram-se estes circuitos, surgindo novos tipos de reconhecimento e novos mecanismos de associação e reação. Ampliaram-se os recursos e surgiram estruturas retroalimentadas. São grupos de células que mandam informações a outros grupos e as recebem de volta, após processamento. Eles foram responsáveis pelo surgimento de novas propriedades. Quando estes conjuntos de células passaram a ser ativados por outras células (moduladoras), passaram a funcionar ainda melhor, mais facilmente, tornando-se destacados no tempo e no espaço, acesos. Os mecanismos mais evidentes de ativação ocorrem nos mecanismos da vigília e da atenção. Aí, com o ser vivo desperto, sensível e vigilante aos estímulos do ambiente e do próprio corpo, emergiu em algum momento um fenômeno sensorial qualquer, rudimentar. As vantagens adaptativas foram evidentes e viabilizaram o indivíduo e seus descendentes, perpetuando a nova propriedade.

A partir daí foi possível unificar informações esparsas em um rico e dinâmico fenômeno, um verdadeiro espaço consciente, onde ocorrem processos capazes de congregar múltiplos sistemas sensoriais em uma construção contextualizada, pronta para a interação.

A evolução posterior lançou mão de outros recursos, como a memória, as emoções e a linguagem. Passou-se a individualizar cada objeto, a representá-lo simbolicamente e a liberar altos voos do pensamento. Houve considerável aprimoramento no reconhecimento dos estímulos, sofisticação na avaliação das situações e flexibilização do comportamento. Até agora deu certo.

3. A consciência ocorre no sistema nervoso

Esta foi a hipótese principal e implica a existência de uma base no corpo humano (ou no corpo animal) correspondente ao fenômeno consciente. Esta base deve naturalmente obedecer às leis da física e da biologia. Para sua comprovação, é necessário demonstrar que moléculas, células ou grupo de células se vinculam à produção do fenômeno consciente. Por muitos meios chegamos ao sistema nervoso, suas células e suas conexões. Independentemente do substrato químico ou dos processos físicos inerentes à consciência, tudo ocorre dentro do sistema nervoso.

Começamos correlacionando lesões cerebrais a alterações específicas no estado consciente a partir de achados de cirurgia ou de necropsia. Passamos pelos exames feitos *in vivo*, como o EEG, que evidenciaram traçados específicos em pessoas com alterações de consciência, fisiológicas ou não. Revimos exemplos tirados dos estados de sono, de situações de alcoolismo, de anestesia geral e em crises epilépticas. Percorremos os laboratórios de pesquisa, com registros de células individuais do cérebro de animais, treinados para realizar tarefas que demandem a utilização de sua consciência. Chegamos aos exames de TC e RM, demonstrando *in vivo* alterações bem localizadas no encéfalo. Vimos então que tipos de modificações no estado de consciência são produzidos pelos derrames, traumas e tumores cerebrais. Finalmente reportamos os exames de imagem atuais, como a PET e a RMf, realizados por sofisticados equipamentos que nos permitem visualizar, em tempo real, quais áreas do encéfalo se ativam quando o sujeito se envolve com alguma atividade mental, diferenciando-se as conscientes das inconscientes.

Estes métodos correlacionam sistema nervoso e consciência. Podem ainda estudar correspondências cerebrais de funções associadas, tais como vigília, atenção, percepção, emoções e memória. Eles demonstram desde alterações intensas em encéfalos de pacientes comatosos até pequenas lacunas cerebrais responsáveis por modificações específicas nas atividades mentais.

São incontáveis os exemplos existentes e foram pinçados alguns dos mais significativos. As correlações foram pesquisadas em níveis macro e microscópico do cérebro, na física cerebral (eletricidade, ritmos etc.), nos neurônios e grupos de neurônios, nas vias e nos circuitos neuronais, na bioquímica das sinapses. Em síntese, os achados desenharam bem a correspondência entre os estados de consciência e a atividade neural.

Há boas evidências apoiando nossas hipóteses. Mostramos que o fenômeno tem suas origens na interação neuronal, assim como o calor vem do fogo e os sons das vibrações. É uma propriedade de assembleias de células, estimuladas por outras células. São verdadeiras redes atuando em paralelo, em resposta a estímulos externos que atingem o corpo. Surge então uma imagem, um fenômeno. Representa razoavelmente o meio. Permite assim uma boa adaptação.

A “matéria” responsável pela consciência é comum, composta de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre e fósforo. O que a caracteriza é a forma especial de sua organização. Assim como a vida

é construída a partir de substâncias não vivas (proteínas, por exemplo), a consciência é construída por substâncias inconscientes.

O neurônio é uma célula que tem forma especial e apresenta excitabilidade e condutividade aprimoradas. Tem maneiras de conexão excepcionalmente versáteis e úteis. São cem bilhões de neurônios e mais de um trilhão de sinapses, gerando número de combinações gigantesco, absurdo mesmo. Esta estrutura se forma durante o desenvolvimento do ser, no útero e depois do nascimento. As células embrionárias se dividem, migram, enviam prolongamentos, conectam-se. Elas formam grupos integrados pelas ramificações e reforçados por mecanismos ativadores em diversos níveis. É um sistema auto-organizado, que procura representar a cada momento a situação do corpo e do meio. É um típico sistema complexo, propenso à emergência de novas propriedades. A consciência foi um fenômeno que surgiu em determinado momento da evolução.

Vários autores nos apontaram algumas das condições essenciais para a consciência. Procuraram as necessárias e as suficientes. Descobriram que pequenas estruturas do tronco encefálico e do tálamo são indispensáveis. Salientaram a importância das ativações pelos neurotransmissores, para manter todo o cérebro desperto. Discutiram o problema da junção, que nos desafia na compreensão de como imagens formadas em tantas partes do cérebro podem aparecer unificadas. Nós destacamos a possibilidade da junção temporal das sensações, a partir da formação de assembleias de neurônios especialmente ativadas, permitindo atuação sincrônica (Figura 16).

Conseguimos, a seguir, definir algumas áreas que são necessárias para o fenômeno consciente e outras que não são. Apontamos um circuito mínimo essencial, que no percepto consciente visual passa pela via temporal inferior. Vimos que este circuito se associa a outros por conexões reentrantes. Une-se umbilicalmente aos sentidos do corpo.



Figura 16. O milagre

Conecta-se com outros sentidos e com os circuitos da emoção, memória, atenção e vigília. Faz finalmente uma conexão prioritária com a região frontal. Estes circuitos e conexões formam a condição necessária para a consciência focal, que produz um percepto bem localizado, identificado e valorizado. Esta correlação é apropriada. É verificável. Está muito próximo do isolamento das condições suficientes.

Concordamos quando Damásio diz que “os processos biológicos que presumimos corresponderem a processos mentais são de fato processos mentais”. Talvez Michelangelo já suspeitasse disso quando pintou o afresco da Capela Sistina “A criação de Adão” (Figura 1). Criou uma composição em que a imagem que circunda Deus e os anjos tem a forma da face medial do cérebro (Gusmão, 2008).

Os autores que acompanhamos mostraram que a evolução da consciência definiu as características do humano. Elas incorporaram os símbolos, ligaram-se ao passado, previram o futuro. Mergulhados em suas emoções, os seres humanos formaram vínculos com as pessoas, as amaram. Desfrutaram de enorme liberdade imaginativa e descobriram o eu, com todas suas possibilidades e consequências.

A aceitação de que a consciência é matéria representa uma decisão difícil, podendo levar à perplexidade e mesmo ao desconsolo, mas depois traz resignação pacificadora. Cientes de nossa finitude, poderemos viver melhor esta nossa vida, considerando-a nosso bem maior. Esta anuência é também um ato de humildade. Despojados da imortalidade, é mais fácil conseguirmos nos despir de tanta vaidade e sermos piedosos com nossos companheiros de trajetória. Pelo menos, mais tolerantes.

Fica ainda indicado que a consciência não é o ápice da evolução, mas este fica sinalizado. A autoconsciência e a competência simbólica são bons candidatos, associados à inteligência e criatividade. Entretanto, ainda mais fortes, ficariam o livre-arbítrio e a teoria ética, responsáveis últimos pela liberdade possível e pela responsabilidade necessária.

Desta compreensão dependerá nosso futuro. Os instintos tendem a nos tornar egoístas, mas felizmente temos também atributos sociais, que trazem certo equilíbrio. A autoconsciência nos permite ponderar e a cultura amadurece as tendências. A opção ou não pelo entendimento determinará se a espécie sobreviverá.



BIBLIOGRAFIA

- Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Watson, J. (Eds.). (1997). *Biologia molecular da célula*. Porto Alegre: Artmed.
- Alkire, M., Haier, R., & Fallon, J. (2000). Toward a unified theory of narcosis: Brain imaging evidence for a thalamocortical switch as the neurophysiologic basis of anesthetic-induced Unconsciousness. *Conscious. Cogn.*, 9, 370-386.
- Arbib, M. (2001). Co-evolution of human consciousness and language, in Cajal and consciousness. 929, 195-220.
- Aristóteles. (350 a.C.). *De anima* (2006 ed.). São Paulo: Editora 34.
- _____. (350 a.C.). *Metafísica. Os pensadores, IV* (1973). São Paulo: Abril Cultural.
- Atkinson, R., & Schiffrin, R. (1971). The control of short-term memory. *Scientific American*, 225, 82-90.
- Baars, B. (1993). How does a serial, integrated, and very limited stream of consciousness emerge from a nervous system that is mostly unconscious, distributed, parallel, and of enormous capacity? *Experimental and theoretical studies of consciousness*. (G. Block, & J. Marsh, Eds.) Chichester: Willey.
- _____. (1998). Metaphors of consciousness and attention in the brain. *Trends in Neurosciences*, 21, 58-62.
- _____. (1998). The fundamental role of context: Unconsciousness shaping of conscious information. *A cognitive theory of consciousness*. (B. Baars, Ed.) New York: Cambridge University Press.
- _____. (2003). Treating consciousness as a variable: The fading taboo. *Essencial sources in the scientific study of consciousness*, 1-10. (B. Baars, W. Banks, & J. Newman, Eds.) Cambridge: MIT Press.
- Baars, B., Banks, W., & Newman, J. (Eds.). (2003). *Essencial sources in the scientific study of consciousness*. Cambridge: MIT Press.

- Baars, B., Newman, J., & Taylor, J. (1998). Neuronal mechanisms of consciousness: a relational global-workspace framework. *Toward a science of consciousness II*. (S. Hameroff, A. Kaszniak, & A. Scott, Eds.) Cambridge: The MIT Press.
- Baddeley, A. (1993). Verbal and visual subsystems of working memory. *Current Biology*, 3, 563-5.
- Bennett, M., & Hacker, P. (2003). *Philosophical foundations of neuroscienc.* Malden: Blackwell.
- Berkeley. (1710). Tratado sobre os princípios do conhecimento humano. *Os pensadores*, XXII (1973). São Paulo: Abril Cultural.
- Blackmore, S. (2005). *Consciousness: a very short introduction*. New York: Oxford.
- Block, N. (1995). On a confusion about a function of consciousness. *Behavioral and Brain Sciences*, 18, 227-47.
- _____. (1978). Troubles with functionalism. *Perception and cognition*. (C. Savage, Ed.) Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Bloom, P. (1998). Language and mental life. *Toward a science of consciousness II*. (S. Hameroff, A. Kaszniak, & A. Scott, Eds.) Cambridge: The MIT Press.
- Bogen, J. (1998). Locating the subjectivity pump: the thalamic intranuclear nuclei. *Toward a science of consciousness II*. (S. Hameroff, A. Kaszniak, & A. Scott, Eds.) Cambridge: The MIT Press.
- _____. (1995). On the neurophysiology of consciousness: An overview. *Conscious. Cogn.*, 4, 52-62.
- Brentano, F. (1874). *Psychology from an empirical standpoint*. (1995). Florence: Routledge.
- Broad, C. (1925). *The mind and its place in nature*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Calvin, W. (1998). *Como o cérebro pensa*. Rio de Janeiro: Rocco.
- Campbel, J. (1990). *O poder do mito*. São Paulo: Palas Athena.
- Chalmers, D. (Ed.). (2002). *Philosophy of mind - classical and contemporary readings*. New York: Oxford Press.
- _____. (1996). *La mente conciente*. Barcelona: Gedisa.
- Changeux, J. (1991). *O homem neuronal*. Lisboa: Dom Quixote.
- Changeux, J. P., & Ricoeur, P. (1998). *O que nos faz pensar?* Lisboa: Edições 70.
- Chessman, J., & Merikle, P. (1986). Distinguishing conscious from unconscious perceptual processes. *Canadian Journal of Psychology*, 40, 343-367.

- Cho, S., Baars, B., & Newman, J. (1997). A Neural Global Workspace model for conscious attention. *Neural Networks*, 10, 1195-1206.
- Churchland, P. (1981). Eliminative materialism and the propositional attitudes. *Journal of Philosophy*, 78, 67-90.
- _____. (1998). *Matéria e consciência*. São Paulo: UNESP.
- Cowey, A., & Stoerig, P. (1995). Blindsight in monkeys. *Nature*, 373, 247-249.
- Crick, F. (1990). *A hipótese espantosa*. Lisboa: Piaget.
- _____. (1984). Function of the thalamic reticular complex: The searchlight hypothesis. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 81, 4586-90.
- Crick, F., & Koch, C. (1998). Consciousness and neuroscience. *Cerebral Cortex*, 8, 97-107.
- Dainton, B. (2007). Coming together: the unity of conscious experience. *The Blackwell companion to consciousness*. (M. Velmans, & S. Schneider, Eds.) Madem: Blackwell Publishing.
- Damáσιο, A. (1989). Time-locked multiregional retroactivation: A systems-level proposal for the neural substrates of recall and recognition. *Cognition*, 33, 25-62.
- _____. (1998). *O erro de Descartes*. São Paulo: Cia. das Letras.
- _____. (2000). *O mistério da consciência*. São Paulo: Cia. das Letras.
- Darwin, C. (1859). *A origem das espécies* (2002 ed.). Belo Horizonte: Itatiaia.
- Davidson, D. (1970). Mental events. *Experience and theory*. (L. Foster, & J. Swanson, Eds.) London: Duckworth.
- De Waal, F. (2007). *Eu, primata*. São Paulo: Cia. das Letras.
- Dehane, S., Kerszberg, M., & Changeux, J. (2001). A neuronal model of a global workspace in effortful cognitive tasks. *ANYAA*, 929, 152-65.
- Dement, W., & Kleitman, N. (1957). The relation of eye movements during sleep to dream activity: An objective method for the study of dreaming. *J. Exp. Psychol.*, 53, 339-346.
- Dennett, D. (1998). *A perigosa idéia de Darwin*. Rio de Janeiro: Rocco.
- _____. (1995). *La conciencia explicada*. Barcelona: Paidós.
- _____. (1988). Quining qualia. *Consciousness in contemporary science*. (A. Marcel, & E. Bisiach, Eds.) New York: Oxford University Press.
- Descartes, R. (1649). *As paixões da alma* (1998 ed.). São Paulo: Martins Fontes.
- _____. (1637). Discurso do método. *Os pensadores*, XV, 1973. São Paulo: Abril Cultural.

- _____. (1641). *Meditações. Os pensadores, XV (1973)*. São Paulo: Abril Cultural.
- Di Biasi, P., & Amoroso, R. (Eds.). (2004). *A revolução da consciência*. Petrópolis: Vozes.
- Dretske, F. (1993). Consciousness experience. *Mind*, 102, 263-283.
- Durozoi, G., & Roussel, A. (1990). *Dicionário de filosofia*. São Paulo: Papyrus.
- Eccles, J. (1989). *A evolução do cérebro*. Lisboa: Piaget.
- _____. (1994). *Cérebro e consciência*. Lisboa: Piaget.
- Edelman, G. (1992). *Biologia da consciência*. Lisboa: Piaget.
- _____. (2004). *Wider than the sky*. New Haven: Yale University Press.
- Efron, R. (1967). The duration of the present. *Annals New York Acad Sci*, 138, 713-29.
- Engel, A., Fries, P., König, P., Brecht, M., & Singer, W. (1999). Temporal binding, binocular rivalry, and consciousness. *Conscious Cogn*, 8, 128-51.
- Ericsson, K., & Simon, H. (1987). Verbal reports on thinking. *Introspective methods in second-language acquisition*. (C. Faerch, & G. Kasper, Eds.) Clevedon: Multilingual Matters.
- Espinosa. (1677). *Ética. Os pensadores, XVII (1973)*. São Paulo: Abril Cultural.
- Farah, M. (1989). The neural basis of mental imagery. *Trends in Neuroscience*, 12, 395-9.
- Farias Brito, R. (1912). *A base física do espírito*. (2006). Brasília: Edições do Senado Federal.
- Feigl, H. (1958). The mental and the physical. *Concepts, theories and the mind-body problem*. (H. Feigl, M. Scriven, & G. Maxwell, Eds.) Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Fiorani, M., Rosa, M., Gattas, R., & Rocha Miranda, C. (1992). Dynamic surrounds of receptive fields in primate striate cortex: a physiological basis for perceptual completion? *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 84, 8547-8551.
- Flohr, H. (1995). An information processing theory of anesthesia. *Neuropsychologia*, 9, 1169-1180.
- _____. (2006). Unconsciousness. *Best practice and research clinical anesthesiology, Unconsciousness*, 11-22.
- Fodor, J. (1974). Special sciences (or: the disunity of science as a working hypothesis). *Synthese*, 28, 97-115.

- Foucault, M. (1961). *História da loucura na idade clássica* (1993 ed.). São Paulo: Perspectiva.
- Franklin, S., & Graesser, A. (1999). A software agent model of consciousness. *Conscious Cogn*, 8, 285-301.
- Freud, S. (1899). *Interpretação dos sonhos* (1999 ed.). Rio de Janeiro: Imago.
- _____. (1888). *Prefácio à tradução de Suggestion, de Bernstein* (1980 ed.). Rio de Janeiro: Imago.
- Freud, S., & Breuer, J. (1895). *Estudos sobre a histeria* (1980 ed.). Rio de Janeiro: Imago.
- Galin, D. (1974). Implications for psychiatry of left and right cerebral specialization: A neurophysiological context for unconscious processes. *Arch. Gen. Psychiatr.*, 31.
- Gardiner, J., Ramponi, C., & Richard-Klavehn, A. (1998). Experiences of remembering, knowing, and guessing. *Conscious Cogn*, 7, 1-26.
- Gardner, H. (1987). *La nueva ciencia de la mente*. Barcelona: Paidós.
- Gazzaniga, M. (Ed.). (2002). *Cognitive neuroscience*. New York: Norton.
- Gazzaniga, M., & Heatherton, T. (2005). *Ciência psicológica*. Porto Alegre: Artmed.
- Goldman-Rakic, P. (1992). The prefrontal and sscape: implications of functional architecture for understanding human mentation and the central executive. *Philos. Trans. R Soe. Lond. B., Biol. Sci.*, 351, 1657-1661.
- Goodale, M., & Milner, A. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in Neurosciences*, 15, 20-25.
- Goswami, A. (2001). *O universo autoconsciente*. Rio de Janeiro: Rosa dos Tempos.
- Greenfield, S. (1998). A Rosetta Stone for the mind and the brain? *Toward a science of consciousness II*. (S. Hameroff, A. Kaszniak, & A. Scott, Eds.) Cambridge: The MIT Press.
- Grossberg, S. (1999). The link between brain learning, attention, and consciousness. *Conscious. Cogn.*, 8, 1-44.
- Guell-Mann, M. (2001). Consciousness, reduction and emergence. *ANYAA*, 929, 41-9.
- Gusmão, S. (2008). *Neurologia e Neurocirurgia na arte*. Belo Horizonte: Folium.
- Gusmão, S., & Ribas, G. (2009). *Dicionário de neuroanatomia*. Rio de Janeiro: Dilivros.

- Hameroff, S. (2001). Consciousness, the brain and spacetime geometry. *ANYAA*, 929, 74-105.
- Hameroff, S., Kaszniak, A., & Scott, A. (Eds.). (1998). *Toward a science of consciousness II*. Cambridge, USA: The MIT Press.
- Hebb, D. (1949). *Organization of behavior* (2002 ed.). Mahwah: Lawrence Erlbaum.
- Hegel. (1807). Fenomenologia do espírito. *Os pensadores*, XXX (1973). São Paulo: Abril Cultural.
- Heilman, K., & Valenstein, E. (Eds.). (1993). *Clinical neuropsychology*. New York: Oxford.
- Herculano-Houzel, S., Munk, M., Neuenschwander, S., & Singer, W. (1999). Precisely synchronized oscillatory firing patterns require electroencephalographic activation. *J Neurosci*, 19, 3992-4010.
- Hilgard, E., Morgan, A., & Macdonald, H. (1975). Pain and dissociation in the cold pressor test: A study of hypnotic analgesia with "hidden reports" through automatic key pressing and automatic talking. *Abnormal Psychol.*, 84, 280-289.
- Hobson, J. (1994). *The chemistry of conscious states: how the brain changes its mind*. Boston: Little, Brown and Company.
- _____. (1998). The conscious state paradigm: a neuropsychological analysis of waking, sleeping and dreaming. *Toward a science of consciousness II*. (S. Hameroff, A. Kaszniak, & A. Scott, Eds.) Cambridge: The MIT Press.
- Hobson, J., & McCarley, R. (1977). The brain as a dream state generator: An activation synthesis hypothesis of the dream process. *The American Journal of Psychiatry*, 134, 1335-1348.
- Holanda, A. (1986). *Novo dicionário da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- Horgan, T. (1993). From supervenience to superdupervenience: meeting the demands of a material world. *Mind*, 102, 555-586.
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Soul>. (s.d.). Fonte: Wikipedia.
- <http://www.britannica.com/>. (s.d.).
- <http://www.wikipedia.org/>. (s.d.).
- Humphrey, N. (1994). *Uma história da mente*. Rio de Janeiro: Editora Campus.
- Husserl, E. (1900). Investigações lógicas. *Os pensadores*, XLI (1973). São Paulo: Abril Cultural.
- Huxley, T. (1874). On the hypothesis that animals are automata and its history. *Fortnightly Review*, 16, 555-80.

- Insinna, E. (1998). Nonlinear dynamics in the phororeceptor of unicellular alga *Euglena gracilis*: an application to the evolutionary aspects of consciousness. *Toward a science of consciousness II*. (S. Hameroff, A. Kaszniak, & A. Scott, Eds.) Cambridge: The MIT Press.
- Jackendorff, R. (1987). *Consciousness and the computational mind*. Cambridge: MIT Press.
- Jackson, F. (1982). Epiphenomenal qualia. *Philosophical Quarterly*, 32, 127-136.
- Jacob, F. (2001). Complexity and tinkering. *ANYAS*, 929, 71-74.
- Jacoby, L. (1994). Measuring recollection: Strategic versus automatic influences of associative context. *Attention and performance*, 15. (C. Umita, & M. Moscovitch, Eds.) Cambridge: MIT Press.
- James, W. (1890). Princípios de psicologia. *Os pensadores*, XL (1973). São Paulo: Abril Cultural.
- John, E., Easton, P., & Isenhardt, R. (1997). Consciousness and cognition may be mediated by multiple independent coherent ensembles. *Conscious Cogn*, 6, 3-39.
- Jouvet, M. (1992). *O sono e o sonho*. Lisboa: Piaget.
- Kandell, E., Schwartz, J., & Jessell, T. (Eds.). (1997). *Fundamentos da neurociência e do comportamento*. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil.
- Kant. (1781). Crítica da razão pura. *Os pensadores*, XXV (1973). São Paulo: Abril Cultural.
- Keenan, J., Gallup, G., & Falk, D. (2003). *The face in the mirror*. New York: Harper Collins.
- Kihlstrom, I. (1987). The cognitive unconscious. *Science*, 237, 1445-1452.
- Kim, J. (1992). Multiple realization and the metaphysics of reduction. *Philosophy and phenomenology research*, 52, 1-26.
- King, J., Rumbaugh, D., & Savage-Rumbaugh, S. (1998). Evolution of intelligence, language and other emergent processes for consciousness: a comparative perspective. *Toward a science of consciousness II*. (S. Hameroff, A. Kaszniak, & A. Scott, Eds.) Cambridge: The MIT Press.
- Koch, C. (2004). *The quest for consciousness*. Englewood: Roberts and Company.
- Kolers, P. (1972). *Aspects of motion perception*. London: Elsevier.
- Kosslyn, S. (1988). Aspects of a cognitive neuroscience of mental imagery. *Science*, 240, 1621-6.

- Kripke, S. (1980). *Naming and necessity*. Cambridge: Harvard University Press.
- LaBerge, D. (1997). Attention, awareness, and the triangular circuit. *Conscious Cogn*, 6, 149-181.
- LaBerge, S., Nagel, L., Dement, W., & Zarcone, V. (1981). Lucid dreaming verified by volitional communication during REM sleep. *Perceptual and Motor Skills*, 52, 727-732.
- Langer, E. (1979). When practice makes imperfect: Debilitating effects of overlearning. *Journal of Personality and Social Psychology*, 37, 2014-24.
- Laplanche, J. (1999). *O inconsciente e o id*. São Paulo: Martins Fontes.
- Leakey, R. (1982). *A evolução da humanidade*. São Paulo: Melhoramentos.
- Lecanuet, J., Granier-Deferr, C., & Busnel, M. (1989). Differential fetal auditory reactivity as a function of stimulus characteristics and state. *Semin Perinatol*, 13, 421-9.
- LeDoux, J. (1998). *O cérebro emocional*. Rio de Janeiro: Objetiva.
- Leibniz, W. (1764). Novos ensaios sobre o entendimento humano. *Os pensadores*, XIX (1973). São Paulo: Abril Cultural.
- Lent, R. (2001). *Cem bilhões de neurônios*. São Paulo: Atheneu.
- Levine, J. (1983). Materialism and qualia: the explanatory gap. *Pacific Philosophical Quarterly*, 354-61.
- Libet, B. (1982). Brain stimulation in the study of neuronal functions for conscious sensory experiences. *Human Neurobiology*, 1, 235-242.
- Livingstone, M., & Hubel, D. (1981). Effects of sleep and arousal on the processing of visual information in the cat. *Nature*, 291, 554-561.
- Llinás, R., & Paré, D. (1991). Commentary: Of dreaming and wakefulness. *Neuroscience*, 44, 512-535.
- Llinás, R., & Ribary, U. (2001). The thalamocortical dialogue in health and disease. *ANYAA*, 929, 166-175.
- Locke, J. (1690). Ensaio acerca do entendimento humano. *Os pensadores*, XVIII, 1973. São Paulo: Abril Cultural.
- Lucrecio. (c. 54 a.C.). Da natureza. *Os pensadores*, V. São Paulo: Abril Cultural.
- Lumer, E., Friston, K., & Rees, G. (1998). Neural correlates of perceptual rivalry in the human brain. *Science*, 280, 1930-1934.
- MacKay, D. (1973). Aspects of a theory of comprehension, memory, and attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 25, 22-40.

- Mandler, G. (1975). Consciousness: respectable, useful and probably necessary. *Information processing and cognition: The Loyola Symposium*. (R. Solso, Ed.) Hillsdale: Erlbaum.
- Mangan, B. (2003). The conscious "fringe": Bringing William James up to date. *Essencial sources in the scientific study of consciousness*. (B. Baars, W. Banks, & J. Newman, Eds.) Cambridge: MIT Press.
- Margulis, L. (2001). The conscious cell. *ANYAA*, 929, 55-70.
- Marijuan, P. (2001). Cajal and consciousness: Introduction. (P. Marijuan, Ed.) *ANYAA*, 929, 1-10.
- Maslin, K. (2009). *Introdução à filosofia da mente*. Porto Alegre: Artmed.
- Mayer, E. (2008). *Isto é biologia*. São Paulo: Cia. das Letras.
- Mc Ginn, C. (1989). Can we solve the mind-body problem? *Mind*, 98, 349-66.
- Merleau Ponty, M. (1945). *Fenomenologia da percepção* (1999 ed.). São Paulo: Martins Fontes.
- Miller, G. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on capacity for processing information. *The Psychological Review*, 63, 81-97.
- Mithen, S. (1998). *A pré-história da mente*. São Paulo: UNESP.
- Miyawaki, Y., Uchida, H., Yamashita, O., Sato, M., Morito, Y., Tanabe, H., et al. (2008). Visual image reconstruction from human brain activity using a combination of multiscale local image decoders. *Neuron*, 60, 915-29.
- Moran, J. (1985). Selective attention gates visual processing in the extrastriate cortex. *Science*, 229, 782-4.
- Morin, A. (2007). Self-awareness and the left hemisphere: The dark side of selectively reviewing the literature. *Cortex*, 8, 1068-1073.
- Morin, E. (2005). *O método 1*. Porto Alegre: Editora Sulina.
- _____. (2005). *O método 2*. Porto Alegre: Editora Sulina.
- Morowitz, H. (2001). The epistemic paradox of mind and matter. *ANYAS*, 929, 50-55.
- Moruzzi, G., & Magoun, H. (1949). Brain stem reticular formation and activation of the EEG. *EEG Clin. Neurophysiol.*, 1, 455-473.
- Nagel, T. (1974). What is like to be a bat? *Philosophical Review*, 83, 435-50.
- Nietzsche, F. (1882). A gaia ciência. *Os pensadores*, XXXII, 1973. São Paulo: Abril Cultural.
- Norris, C. (2007). *Epistemologia*. Porto Alegre: Artmed.

- Palmer, S. (2003). Consciousness and isomorphism: Can the color spectrum really be inverted? *Essential sources in the scientific study of consciousness*. (B. Baars, W. Banks, & J. Newman, Eds.) Cambridge: MIT Press.
- Panksepp, J. (2007). Affective consciousness. *The Blackwell companion to consciousness*. (M. Velmans, & S. Schneider, Eds.) Malden: Blackwell Publishing.
- Pavlov, I. (1890). Textos escolhidos. *Os pensadores, XXXIX, 1973*. São Paulo: Abril Cultural.
- Peacocke, C. (1984). *Sense and content: experience, thought and their relations*. New York: Oxford University Press.
- Penfield, W., & Jasper, H. (1954). *Epilepsy and the functional anatomy of the brain*. Boston: Little Brown.
- Penrose, R. (1997). *O grande, o pequeno e a mente humana*. São Paulo: UNESP.
- _____. (1989). *The emperor's new mind*. Oxford: Oxford University Press.
- Piaget, J. (1967). *Biologia e conhecimento* (2003 ed.). Petrópolis: Vozes.
- Pinker, S. (1998). *Como a mente funciona*. São Paulo: Cia. das Letras.
- Place, U. (1956). Is consciousness a brain process? *British Journal of Psychology, 47*, 44-50.
- Platão. (c. 387 a.C.). Fédon. *Os pensadores, III (1973)*. São Paulo: Abril Cultural.
- Plum, F., & Posner, J. (1977). *Diagnóstico do estupor e do coma*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Popper, K., & Eccles, J. (1991). *O eu e seu cérebro*. Brasília: Editora UNB.
- Posner, M. (1994). Attention: The mechanisms of consciousness. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 91*, 7398-7403.
- Putnam, H. (1973). The nature of mental states. *Art, mind and religion*. (W. Capitan, & D. Merrill, Eds.) Pittsburg: University of Pittsburg Press.
- Raichle, M. (1998). The neural correlates of consciousness: An analysis of cognitive skill learning. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B, 37*, 1-14.
- Ramachandran, V. (1995). Anosognosia in parietal lobe syndrome. *Conscious. Cogn., 4*, 22-51.
- Ramachandran, V., & Blakeslee, S. (2002). *Fantasma no cérebro*. São Paulo: Record.
- Reale, G., & Antiseri, D. (2004). Filosofia pagã antiga. *História da filosofia, I*. São Paulo: Paulus.

- Reber, A. (1989). Implicit learning and tacit knowledge. *Journal of Experimental Psychology: General*, 118, 219-235.
- Rensink, R., O'Regan, K., & Clark, J. (1997). To see or not to see: The need for attention to perceive changes in scenes. *Psychological Science*, 8, 368-373.
- Ress, G., Russell, C., Frith, C., & Driver, J. (1999). Inattention blindness versus inattentional amnesia for fixates but ignores words. *Science*, 286, 2504-7.
- Ribas, G. (2006). Considerações sobre a evolução filogenética do sistema nervoso, o comportamento e a emergência da consciência. *Rev Bras Psiquiatr*, 28, 326-38.
- Rodrigues Delgado, J. (1969). *Physical control of the mind*. New York: Harper and Row.
- Rosenfield, I. (1988). *A invenção da memória*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.
- Ryle, G. (1949). *The concept of mind* (1990 ed.). London: Penguin.
- Sacks, O. (1973). *O homem que confundiu sua mulher com um chapéu*. São Paulo: Cia. das Letras.
- Sagan, D., & Margulis, L. (2002). *O que é a vida*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar.
- Sarnat, H., & Netsky, M. (1974). *Evolution of the nervous system*. New York: Oxford University Press.
- Sartre, J. P. (1943). *O ser e o nada* (2002 ed.). Petrópolis: Vozes.
- Schacter, D., Alpert, N., Savage, C., Rauch, S., & Albert, M. (1996). Conscious recollection and the human hippocampal formation: Evidence from positron emission tomography. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 93, 321-25.
- Scheibel, A. (1980). Anatomical and physiological substrates of arousal. *The reticular formation revisited*. (J. Hobson, & A. Brazier, Eds.) New York: Raven Press.
- Schiffman, R. (1997). Attention, automatism, and consciousness. *Scientific approaches to consciousness*. (J. Cohen, & W. Schooler, Eds.) Hillsdale: Erlbaum.
- Schopenhauer, A. (1819). O mundo como vontade e representação. *Os pensadores*, XXXI (1973). São Paulo: Abril Cultural.
- Schrevin, H., & Dickman, S. (1980). The psychological unconscious: A necessary assumption for all psychological theory? *American Psychologist*, 35, 421-434.

- Scott, A. (1998). Reductionism revisited. *Toward a science of consciousness II*. (S. Hameroff, A. Kaszniak, & A. Scott, Eds.) Cambridge: The MIT Press.
- Searle, J. (1997). *A redescoberta da mente*. São Paulo: Martins Fontes.
- _____. (1998). How to study consciousness scientifically. *Toward a science of consciousness II*. (S. Hameroff, A. Kaszniak, & A. Scott, Eds.) Cambridge: The MIT Press.
- _____. (1998). *O mistério da consciência*. São Paulo: Paz e Terra.
- Sellars, W. (1956). Empiricism and the philosophy of mind. *Minnesota studies in the philosophy of science*. (H. Feigl, & M. Scriven, Eds.) Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Sheinberg, D., & Logothetis, N. (1997). The role of temporal cortical areas in perceptual organization. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94, 3408-3413.
- Singer, J. (1993). Experimental studies of ongoing conscious experience. *Experimental and theoretical studies of consciousness*. (G. Bock, & J. Marsh, Eds.) New York: Willey.
- Singer, P. (2002). *Vida ética*. Rio de Janeiro: Ediouro.
- Singer, W. (2001). Consciousness and the binding problem. *ANYAA*, 929, 123-46.
- _____. (2005). *Das Gehirn: ein Orchester ohne Dirigent*. Fonte: http://www.mpg.de/bilder/BerichteDokumente/multimedialmpForschung/2005/heft02/2_05MPF_14_18.pdf
- Singer, W., & Gray, C. (1995). Visual feature integration and the temporal correlation hypothesis. *Annual Review of Neuroscience*, 18, 555-586.
- Singh, S. (2005). *Big Bang*. Rio de Janeiro: Record.
- Skinner, B. F. (1974). *Sobre o behaviorismo* (1995 ed.). São Paulo: Cultrix.
- Smart, J. (1959). Sensations and brain processes. *Philosophical Review*, 68, 141-56.
- Smith, E., & Jonides, J. (1999). Storage and executive processes in the frontal lobes. *Science*, 283, 1657-1661.
- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs*, 74, 1-29.
- Sperry, R. (1968). Hemisphere disconnection and unity in conscious awareness. *American Psychologist*, 23, 723-33.
- Sperry, R. (1988). Psychology's mentalist paradigm and the religion/science tension. *American Psychologist*, 43, 607-613.

- Sperry, R., Zaidel, E., & Zaidel, D. (1979). Self-recognition and social awareness in the disconnected minor hemisphere. *Neuropsychologia*, 17, 153-166.
- Springer, S., & Deutsch, G. (1998). *Cérebro esquerdo, cérebro direito*. São Paulo: Summus editorial.
- Sternberg, R. (2000). *Psicologia cognitiva*. Porto Alegre: Artmed.
- Stoerig, P. (1998). Varieties of vision: from blind responses to conscious recognition. *Toward a science of consciousness II*. (S. Hameroff, A. Kaszniak, & A. Scott, Eds.) Cambridge: The MIT Press.
- Stoerig, P., & Cowey, A. (1989). Wavelength sensitivity in blindsight. *Nature*, 342, 916-8.
- Strauss, E., & Lisiwskli, M. (1998). *Biology*. Menlo Park: Addison Wesley.
- Taylor, J., & Alavi, F. (1993). A global competitive network for attention. *Neural Network World*, 5, 477-502.
- Teixeira, J. (2000). *Mente, cérebro e cognição*. Petrópolis: Vozes.
- Thorpe, S., Fize, D., & Marlot, C. (1996). Speed of processing in the human visual system. *Nature*, 381, 520-522.
- Tononi, G., & Edelman, G. (1998). Consciousness and complexity. *Science*, 282, 1846-51.
- Tononi, G., Srinivasan, R., Russell, D., & Edelman, G. (1998). Investigating neural correlates of conscious perception by frequency-tagged neuromagnetic responses. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 95, 3198-3203.
- Tootell, R., Silberman, M., Switkes, E., & DeValois, R. (1988). Functional anatomy of macaque striate cortex. *The Journal of Neuroscience*, 8, 1531-68.
- Treisman, A. (1998). Feature binding, attention, and object perception. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci*, 353, 1295-1306.
- _____. (1999). Strategies and models of selective attention. *Psychological Review*, 76, 282-299.
- Trevarthen, C., & Reddy, V. (2007). Consciousness in infants. *The Blackwell companion to consciousness*. (M. Velmans, & S. Schneider, Eds.) Malden: Blackwell Publishing.
- Tripiccio, A., & Tripiccio, A. (2004). *Teorias da mente*. Ribeirão Preto: Tecmedd.
- Tulving, E. (1985). Memory and consciousness. *Canadian Psychologist*, 26, 1-12.

- Twersky, A., & Kahneman, D. (1973). Availability: A heuristic for judging frequency and probability. *Cognitive Psychology*, 5, 207-232.
- Ungerleider, L., & Mishkin, M. (1982). Two cortical visual systems. *Analysis of visual behavior*. (D. Ingle, & M. Goodale, Eds.) Cambridge: MIT Press.
- Uzunian, A., & Birner, E. (2001). *Biologia*. São Paulo: Editora Harbra.
- Velmans, M., & Schneider, S. (Eds.). (2009). *The Blackwell companion to consciousness*. Malden, USA: Blackwell.
- Von der Malsburg, C. (1981). *The correlation theory of brain function*. Göttingen: Max Plank Institute.
- Weiskrantz, L. (1991). Disconnected awareness for detecting, processing, and remembering in neurological patients. *J. Royal Society of Medicine*, 84, 466-70.
- Wittgenstein, L. (1922). *Tractatus logico-philosophicus* (2001 ed.). São Paulo: Edusp.
- Zigmond, M., Bloom, F., Landis, S., Roberts, J., & Squire, L. (Eds.). (1999). *Fundamental neuroscience*. San Diego: Academic Press.

GLOSSÁRIO

Acetilcolina: Foi o primeiro neurotransmissor (*) descoberto. Atua como neurotransmissor do sistema nervoso periférico (*) e sistema nervoso autônomo (*). No sistema nervoso central atua como neuromodulador (*).

Acidente vascular cerebral (AVC): doença neurológica aguda causada por obstrução de vaso sanguíneo cerebral (isquemia) ou ruptura de um vaso (hemorragia), tendo por consequência rápido comprometimento de funções cerebrais. É popularmente conhecido como “derrame”.

Acromatopsia: comprometimento da capacidade de perceber as cores.

Afasia: distúrbio cerebral adquirido que compromete a capacidade da linguagem. Pode atingir isoladamente uma forma específica do processamento da palavra, como a capacidade de falar ou de entender a linguagem falada ou escrita.

Agnosia: perda da capacidade de reconhecer objetos ou pessoas, a despeito do funcionamento normal do sistema sensorial.

Akinetopsia: diminuição da habilidade de perceber movimentos. Um objeto movendo-se é percebido como uma sequência de imagens estáticas.

Alzheimer, doença de: doença degenerativa cerebral que resulta em declínio progressivo e irreversível na memória e em diversas aptidões cognitivas. É a forma mais comum de demência.

Amígdala (corpo amigdalóide): massa esférica de substância cinzenta situada no lobo temporal. Faz parte do sistema límbico e tem importante função no processamento das emoções.

Amnésia: distúrbio da memória de qualquer causa, fisiológica ou patológica.

Amnésia global transitória: distúrbio intenso e transitório da memória em paciente que mantém outras habilidades cognitivas, como percepção e movimentos voluntários.

Anosognosia: incapacidade de reconhecer a própria deficiência ou negação da mesma. Ocorre com frequência em pacientes com lesão maciça no lobo parietal, causada por AVC (*).

Apoptose: processo de morte dos neurônios não utilizados durante a fase de desenvolvimento da criança. É programada geneticamente.

Arco reflexo: circuito neuronal que possibilita um ato reflexo. Define um trajeto percorrido por um impulso nervoso por dois ou mais neurônios dispostos em sequência e que atuam em conjunto.

Área pré-frontal: ver córtex pré-frontal.

Área visual primária (V1): ver córtex visual primário.

Assembleias de neurônios: conjuntos de neurônios atuando sinergicamente, definindo uma imagem, uma memória ou um fenômeno consciente.

Atenção automática (de baixo para cima): processo cognitivo em que se direcionam os órgãos sensoriais para um estímulo.

Atenção voluntária (de cima para baixo): ato de focalizar mentalmente um estímulo entre vários. Exige esforço intencional.

Autoconsciência: consciência de si mesmo. Noção da própria existência como ser consciente.

Axônio: prolongamento do neurônio (*) que conduz o impulso nervoso em direção ao neurônio seguinte ou à outra célula. Cada neurônio tem geralmente um único axônio, que pode ser longo e tem a função de transmitir o sinal nervoso.

Bainha de mielina: ver mielina.

Behaviorismo: escola psicológica para a qual o mais importante objeto de estudo da psicologia é o comportamento. A função do psicólogo deve restringir-se a observar os estímulos provenientes do meio ambiente e as respostas do organismo.

Biologia da consciência: ramo recente das Neurociências que se encarrega do estudo dos aspectos biológicos da consciência.

Broca, área de: giro frontal inferior esquerdo, responsável pela expressão da linguagem.

Calosotomia: operação que secciona o corpo caloso (*), utilizada no tratamento de algumas formas de epilepsia. A secção das fibras do corpo caloso faz com que os hemisférios cerebrais funcionem de maneira independente, de modo que a informação processada por

um pode mostrar-se desconhecida do outro. O estudo dos pacientes de cérebro dividido trouxe muitas informações sobre a especialização hemisférica.

Caos, teoria do: campo de estudo de sistemas complexos, nos quais pequenas mudanças em partes podem resultar em grandes mudanças no todo. Mudanças aparentemente aleatórias podem ser explicadas avaliando-se as interações dos elementos, matemática e fisicamente.

Cartografia cerebral: estudo dos mapas do sistema nervoso (*).

Célula nervosa: ver neurônio (*).

Cerebelo: órgão do sistema nervoso situado na parte posterior e inferior do crânio, cuja função é relacionada com a coordenação dos movimentos.

Cérebro: principal órgão do sistema nervoso dos vertebrados e da maioria dos invertebrados. O cérebro humano contém cerca de cem bilhões de neurônios e é considerado por muitos como a mais complexa estrutura do universo.

Cérebro dividido: ver calosotomia.

Ceticismo: doutrina segundo a qual não se pode alcançar a verdade. O cético acredita ser impossível obter-se qualquer conhecimento com certeza e adota atitude de dúvida permanente.

Ciclo circadiano: período de 24 horas nos processos biológicos dos seres vivos, incluindo os ritmos sono e vigília.

Ciência cognitiva: estudo interdisciplinar do processamento das informações no sistema nervoso humano ou animal. O campo congrega as disciplinas relacionadas com a inteligência artificial, psicologia, neurociência, linguística e outras.

Circuito em linha: circuitos elétricos nos quais os elementos estão dispostos de forma sucessiva. A corrente elétrica flui através de cada componente. Assim o elemento A conecta-se com o elemento B, este ao elemento C e assim sucessivamente. Se um dos componentes é inutilizado, prejudica todo o circuito.

Circuito em paralelo: circuitos em que os diversos componentes formam diversos caminhos alternativos. A corrente elétrica pode fluir através de qualquer um deles. Se um dos componentes é inutilizado, a corrente pode continuar pelos outros.

Circuitos corticocorticais: grupos de neurônios que conectam uma região cortical com outra.

Circuitos neurais: grupo de neurônios interconectados que podem tornar-se especializados em determinada função.

222 A CONSCIÊNCIA – UMA VIAGEM PELO CÉREBRO

- Colículo superior:** eminência arredondada situada no tronco encefálico, vinculada ao controle do movimento dos olhos. Em vertebrados inferiores tem grande importância no sistema visual. É também chamado corpo quadrigêmeo anterior.
- Coma:** estado patológico de inconsciência profunda, no qual o paciente pouco ou nada reage a estímulos.
- Complexidade:** teoria pela qual alguns sistemas apresentam comportamento ou fenômenos inexplicáveis pela análise de suas partes. Estes fenômenos são denominados emergentes.
- Condição necessária:** é aquela que precisa ser satisfeita para que uma declaração seja verdadeira.
- Condição suficiente:** é aquela que, se satisfeita, assegura que uma declaração é verdadeira.
- Confabulação:** conversa familiar, despreocupada; contar histórias fantasiosas como se verdadeiras fossem, falsificar memórias, fantasiar.
- Consciência básica:** fenômeno global apreendido pelo organismo ao acordar, compreendendo todas as sensações, memórias, emoções e pensamentos em determinado momento, em imagem unificada. Apesar de abrangente, é a forma mais primitiva de consciência.
- Consciência focal:** imagem perceptual ou de memória extraída da consciência básica e destacada pelos mecanismos da atenção. É a “consciência de alguma coisa”.
- Consciência moral:** capacidade de apreciar os conceitos do bem e do mal.
- Consciência neurológica:** estar despertado ou em condições de ser acordado. É uma condição médica que traduz o oposto do estado de coma (*).
- Consciência superior:** é um tipo de metaconsciência que supervisiona os outros tipos de consciência, possibilitando o pensamento. Libertar-nos do aqui e agora e permite incursões no passado e futuro. A autoconsciência é o exemplo mais claro.
- Contemplação:** olhar atentamente, admirar, apreciar.
- Corpo caloso:** faixa de substância branca constituída por fibras que comunicam as diferentes regiões dos hemisférios cerebrais entre si.
- Correlatos neuronais da consciência (CNC):** grupo mínimo de estruturas neurais suficientes para a construção de um percepto consciente.

- Córtex cerebral:** substância cinzenta (*) disposta em camada fina na superfície do cérebro. Contém neurônios (*), neuroglia e fibras. É a porção filogeneticamente mais desenvolvida e mais diferenciada do sistema nervoso, sendo responsável pela integração das funções superiores, como a cognição, memória, consciência, linguagem e movimentos voluntários.
- Córtex associativo:** área cortical responsável pela integração de áreas adjacentes ou a distância, organizando informações sensoriais, a imagem corporal e a relação com o ambiente.
- Córtex parietal posterior (PP):** relacionado com o processamento das sensações somáticas e com o controle visuoespacial.
- Córtex pré-frontal:** córtex de associação situado na parte mais anterior do lobo frontal. Relaciona-se com a memória de curto prazo, controle emocional e manutenção da atenção.
- Córtex sensorial primário:** qualquer área do córtex cerebral que recebe fibras do sistema sensorial (visuais, auditivas, somatossensoriais etc.). Pelo córtex primário inicia-se o processamento cortical dos estímulos sensoriais.
- Córtex visual primário (V1):** região do lobo occipital que recebe as fibras provenientes do tálamo (corpo geniculado lateral) e é responsável pelo processamento visual. É também chamado córtex estriado.
- Córtex secundário:** área adjacente à área sensorial primária e encarregada do processamento subsequente do estímulo sensorial.
- Córtex temporal inferior (TI):** córtex associativo relacionado com o processamento visual, auditivo, emocional e memória.
- Crença justificada:** uma crença pode ser verdadeira ou falsa. Crença justificada é aquela que nós temos o direito intelectual de defender, por apresentar alguma evidência ou autorização que a legitime.
- Darwinismo neuronal:** capacidade adaptativa do sistema nervoso a eventos locais. As influências epigenéticas ocorrem durante o desenvolvimento intrauterino e após o nascimento. A viabilização ou não do neurônio e de suas conexões depende dos estímulos do ambiente corporal e do ambiente.
- Demência:** perda progressiva das funções cognitivas decorrentes de doenças cerebrais. São mais intensas que as disfunções normais ocorridas pela idade.
- Dendritos:** prolongamentos dos neurônios especializados em receber estímulos.

- Despolarização:** mudança no potencial de membrana de uma célula. Nos neurônios pode resultar em potencial de ação e formação de um impulso nervoso.
- Diencefalo:** “cérebro intermediário” que compreende tálamo, hipotálamo, epitélamo e subtálamo.
- Dopamina:** neurotransmissor estimulante vinculado à atividade motora, motivação e recompensa.
- Dualismo de substância:** doutrina que sustenta a existência de dois princípios diferentes e irreduzíveis para explicar a realidade, como matéria e espírito, corpo e alma.
- Dualismo de propriedade:** posição que sustenta ser o mundo constituído de somente uma substância. Esta substância apresenta propriedades distintas, físicas e mentais.
- Ego:** parte da personalidade humana identificada com o “eu”. É a parte organizada do psiquismo, em contato com o mundo exterior pela percepção.
- Eletroencefalografia (EEG):** registro da atividade elétrica do cérebro em condições de repouso ou ativação. É um marcador do estado de vigília ou dos diferentes níveis de sono. Em neurologia, presta-se especialmente ao estudo das epilepsias, de diversas encefalopatias e da morte encefálica.
- Emergência:** ver propriedade emergente.
- Empirismo:** doutrina pela qual o conhecimento humano advém da experiência e da evidência. Assim se opõe ao racionalismo (*). O empirismo é parte fundamental do método científico.
- Encefalização:** aumento geral do tamanho e da complexidade das conexões do encéfalo à medida que se ascende na escala dos vertebrados.
- Encéfalo:** parte do sistema nervoso situada dentro do crânio, formada pelo cérebro, cerebelo e tronco encefálico.
- Entropia:** medida termodinâmica associada ao grau de desordem. Aumento da entropia significa mudanças irreversíveis em um sistema. Quanto mais aleatório for um sistema, maior a sua entropia.
- Epifenomenismo:** teoria segundo a qual os estados mentais são produtos secundários de eventos do cérebro. O cérebro produz o estado mental, mas este não produz efeito no mundo físico.
- Epilepsia:** doença neurológica caracterizada pela ocorrência de convulsões recorrentes, nas quais os pacientes podem perder transitariamente a consciência, cair e ter contrações motoras. O EEG (*) mostra descargas elétricas cerebrais sincronizadas anormais.

- Epilepsia parcial complexa: crises convulsivas com perda de consciência e automatismos, nas quais o paciente faz movimentos sem propósitos, como estalar os lábios ou mastigar. O foco epiléptico comumente é encontrado no lobo temporal.
- Epistemologia: ramo da filosofia dedicado ao estudo da natureza e viabilidade do conhecimento.
- Espaço global de trabalho: consciência correspondente a um evento na memória de trabalho, ativada por um momento e experimentada subjetivamente.
- Estado de coma: ver coma.
- Estímulos marginais: não atingem a consciência, permanecendo vagos, a meio caminho entre estados conscientes e inconscientes. São estímulos secundários no campo perceptual (como os visuais que não atingem a fóvea), destituídos do foco da atenção.
- Estímulo subliminar: estímulo muito rápido para ser percebido, mas que influi na resposta comportamental posterior (ver priming).
- Evidência: tudo que é usado para determinar a verdade de uma asserção. Em ciência, é o conjunto de elementos utilizados para suportar a confirmação ou a negação de uma determinada teoria ou hipótese científica.
- Evolução: mudanças do material genético de populações em sucessivas gerações através do tempo, que originaram a diversidade das formas de vida existentes na Terra.
- Experimento mental (*Gedankenexperiment*): experiência de pensamento na qual uma situação imaginária é submetida a todas as consequências lógicas, visando à detecção de possibilidades e inconsistências.
- Fantasma na máquina: expressão destinada a mostrar o absurdo do dualismo (*) cartesiano.
- Fases do sono: nos seres humanos, o sono é constituído de cinco estágios, cada qual com características clínicas e eletroencefalográficas peculiares. Estes estágios se repetem sucessivamente durante uma noite, aprofundando e superficializando o sono.
- Fenômeno: acontecimento observável; o mundo tal como o experimentamos.
- Fenomenologia: movimento filosófico que visa investigar diretamente os fenômenos, assim como estes aparecem à consciência, de maneira mais livre possível de explicações causais ou pressuposições.
- Filogênese: estudo da evolução de uma espécie ou grupo e sua relação evolucionária com os diversos grupos de organismos.

- Filosofia da ciência: ramo da filosofia dedicado ao estudo da natureza e dos métodos da ciência. Procura descobrir como se desenvolvem e se avaliam as teorias científicas e também se a ciência é capaz de revelar a verdade sobre os processos da natureza.
- Filosofia da mente: estuda o conceito de mente, a natureza dos eventos mentais, a relação mente-corpo, a maneira como a mente afeta o mundo físico e como podemos saber algo sobre outras mentes.
- Física quântica: ver mecânica quântica.
- Formação reticular (FR): agregados mais ou menos difusos de neurônios separados por fibras nervosas que ocupam a porção central do tronco encefálico. Estes agrupamentos celulares são filogeneticamente antigos e relacionados com o ciclo sono-vigília e na discriminação de estímulos.
- Fóvea: depressão localizada no centro da retina, onde há somente cones e não há vasos sanguíneos. Na fóvea central projeta-se a imagem do objeto focalizado, e a visão é mais precisa.
- Funcionalismo: teoria segundo a qual os estados mentais são estados funcionais e podem ser identificados pelo seu papel e sua relação com outros estados mentais. Assim sendo, podem ser explicados sem levar em conta o meio físico responsável, seja um cérebro ou um computador.
- GABA (ácido gama-aminobutírico): principal neurotransmissor inibidor dos mamíferos, desempenhando um importante papel na regulação da excitabilidade dos neurônios.
- Gânglio: dilatação ou massa de tecido nervoso localizada no sistema nervoso periférico e que contém células nervosas. Na evolução das espécies, assim foram denominados os primeiros aglomerados de neurônios, precursores do sistema nervoso central.
- Giro: cada uma das elevações arredondadas e proeminentes do córtex cerebral delimitadas por sulcos. São também chamadas circunvoluções.
- Giro do cíngulo: giro visível na face medial do hemisfério cerebral, contornando o corpo caloso. É componente do sistema límbico.
- Glândula pineal: glândula endócrina, ímpar e mediana situada abaixo da porção posterior do corpo caloso (*), constituindo o epítalamo. Sua principal função é sincronizar os ritmos corporais ao ritmo ambiental de claro-escuro, por meio da secreção de melatonina.
- Glutamato: neurotransmissor excitatório mais abundante no sistema nervoso dos vertebrados.

- Grupo neuronal:** grupos de células nervosas que atuam em conjunto, atuando em paralelo e permitindo circuitos reentrantes (*) e circulação do impulso nervoso no sentido anterógrado ou retrógrado.
- Habituação:** forma de aprendizado tornada inconsciente pelo uso frequente.
- Hemisfério cerebral:** cada metade do telencéfalo, incompletamente separadas pela fissura longitudinal e ligadas por feixes de fibras entre os quais se destaca o corpo caloso.
- Hiato explanatório:** ideia de que a experiência humana não pode ser explicada por processos mecânicos e que alguma explicação extra precisa preencher este hiato.
- Hipocampo:** estrutura profunda no lobo temporal diretamente associada ao córtex, que participa de aspectos do armazenamento da memória.
- Hipotálamo:** estrutura do diencéfalo localizada abaixo do tálamo e que regula funções metabólicas, endócrinas e viscerais.
- Hominídeos:** família da ordem dos primatas, que inclui os homens e seus parentes próximos, como os orangotangos, gorilas e chimpanzés. Entre as espécies extintas estão os antecessores diretos dos humanos modernos, como os do gênero *Homo* e *Australopithecus*.
- Inteligência artificial (IA):** ramo da informática que procura desenvolver métodos computacionais que simulem a capacidade humana de resolver problemas, ou seja, dispositivos inteligentes.
- IA forte:** forma de inteligência artificial que caracteriza o funcionalismo radical, segundo o qual o cérebro é um hardware, e a mente, um software.
- IA fraca:** tipo de inteligência artificial defendida pelo funcionalismo moderado, em que os sistemas da informática podem apontar caminhos para a compreensão do funcionamento da mente-cérebro.
- Idealismo:** corrente que sustenta que a realidade não pode ser conhecida tal como é, em si mesma. O objeto do conhecimento deve estar calcado nas atividades mentais ou ideias, estando pré-formado ou construído pela atividade cognitiva.
- Inconsciente:** conceito-chave da psicanálise, que apresenta o termo como substantivo, que define o conjunto das emoções reprimidas. Revela-se pelos sonhos, atos falhos e chistes.
- Inconsciente cognitivo:** processos mentais que não atingem a consciência.
- Ínsula:** pequeno lobo cerebral situado profundamente no sulco lateral e encoberto pelos lobos frontal, temporal e parietal. Faz parte do sistema límbico.

Intencionalidade: termo filosófico que se refere ao conteúdo da mente ou consciência. Significa que a atividade da mente refere-se a um objeto, ou seja, a consciência é sempre a consciência de alguma coisa.

Interneurônios: neurônio que se encontra conectado em cadeia neuronal, interposto entre dois neurônios. É um dos três tipos principais de neurônios. Os outros são o neurônio sensorial (*) e o neurônio motor (*).

Introspecção: conhecimento dos próprios estados mentais. É a auto-observação dos pensamentos e conteúdos internos conscientes ou capacidade reflexiva sobre os próprios estados.

Labirinto: canais semicirculares localizados no ouvido interno, relacionados com o equilíbrio e orientação espacial.

Lobo: porção mais ou menos definida do cérebro, delimitada por sulcos, fissuras ou outras estruturas. O hemisfério cerebral está dividido em quatro lobos distintos: frontal, parietal, temporal e occipital.

Locus ceruleus: núcleo do tronco encefálico ligado à formação reticular (*). Tem efeito excitatório na maior parte do cérebro, com suas células de noradrenalina.

Macromoléculas: grandes moléculas formadas por polimerização. Algumas de grande importância estão no campo da bioquímica, como os ácidos nucleicos, as proteínas, os carboidratos e os lipídios, constituintes básicos dos seres vivos.

Mapas somatotópicos: representação no córtex cerebral e em outros níveis do sistema nervoso (tálamo, tronco, medula etc.) de distintas partes do corpo ou do ambiente em função do número de receptores sensitivos ou unidades motoras de cada uma delas.

Materialismo: visão que todos os fatos (inclusive sobre a mente) são causalmente dependentes de processos físicos e podem eventualmente ser reduzidos a estes. Os fenômenos são o resultado de interações dos meios físicos. O materialismo está ligado a uma noção monista (*) do mundo.

Mecânica quântica: refere-se a princípios físicos que descrevem o comportamento da matéria e energia em escala atômica. É ligada a fenômenos de escala tão pequena que não podem ser descritas em termos clássicos, sendo formulados em termos de probabilidade estatística.

Medula espinal: parte do sistema nervoso central situada dentro do canal vertebral. É formada por fibras nervosas agrupadas em tratos e por centros com função de integração de reflexos.

- Memória de curto prazo:** dura segundos a minutos. Traduz a capacidade de retenção de pequena quantidade de informação e de mantê-la disponível por pouco tempo. Seu aspecto executivo, relacionado com a atenção, é chamado de memória de trabalho.
- Memória de longo prazo:** são as informações armazenadas por muito tempo, variando de dias a décadas.
- Memória imediata, de curtíssimo prazo:** dura frações a poucos segundos. São imagens visuais (icônicas) e auditivas (ecoicas) rapidíssimas, precursoras de imagens definitivas ou evanescentes a estas.
- Memória implícita:** armazenamento de informação relembrada de maneira inconsciente, em geral ligada a hábitos e condicionamentos perceptivos ou motores.
- Metaconsciência:** ver consciência superior.
- Método científico:** técnicas utilizadas na construção e teste de hipóteses científicas. Devem ser embasadas em evidências que sejam observáveis, empíricas (*) e mensuráveis.
- Método empírico:** ver empirismo.
- Microclima neuroquímico:** zona cerebral localizada em que há predominância de determinado neurotransmissor ou neuromodulador, influenciando na polaridade das membranas nos neurônios envolvidos e, conseqüentemente, na sua excitabilidade.
- Microtúbulo:** componente microscópico do citoesqueleto, envolvido na estrutura da célula e em processos celulares como mitose e transporte de vesículas.
- Mielina:** bainha isolante de lipídeos que reveste o axônio, tornando a transmissão dos estímulos mais rápida.
- Moléculas de adesão celular (MAC):** proteínas da superfície das células destinadas à adesão entre as mesmas.
- Monismo:** posturas filosóficas que preconizam que o universo é constituído de uma só substância.
- Negligência:** ver anosognosia.
- Neocórtex:** córtex filogeneticamente recente, composto de seis camadas. No homem ocupa 90% da área cortical e ali são integrados os processos cognitivos.
- Nervo:** estrutura em forma de cordão constituída por feixes de fibras nervosas que unem o sistema nervoso central aos órgãos periféricos e que tem como função conduzir impulsos nervosos. Podem ser espinais (periféricos) ou cranianos.

- Neuroblasto:** célula embrionária que dá origem às células nervosas.
- Neuroepitélio:** células epiteliais especializadas na recepção de estímulos externos.
- Neurógliã:** células que ocupam espaço entre os neurônios, com funções de sustentação, revestimento, modulação da atividade e defesa.
- Neuromodulador:** ação de neurotransmissores que regulam a excitabilidade de populações de neurônios.
- Neurônio:** célula fundamental do sistema nervoso, constituindo sua unidade anatômica e funcional. É formado pelo corpo celular, pelos dendritos (*) e pelo axônio (*).
- Neurônio motor ou eferente:** neurônio que se projeta do sistema nervoso central para a periferia, levando impulsos para determinada área.
- Neurônio piramidal:** neurônios excitatórios do córtex pré-frontal e trato córticoespinal (motor) dos mamíferos.
- Neurônio pós-sináptico:** célula aferente, que chega à sinapse.
- Neurônio pré-sináptico:** célula eferente que recebe o impulso do neurônio pré-sináptico.
- Neurônio sensorial ou aferente:** célula nervosa que traz impulso para determinada área do sistema nervoso.
- Neurorreceptores:** proteínas ligadas à membrana celular capazes de se unir a outras substâncias químicas sinalizadoras, como os hormônios e os neurotransmissores. Permitem, assim, a interação destas substâncias com mecanismos de metabolismo celular.
- Neurotransmissores:** substâncias químicas encarregadas de transmitir os impulsos entre células nervosas ou entre estas e outras células. São produzidos no neurônio aferente (*) e liberados na sinapse. Lá se encontram com os neurorreceptores (*) do neurônio eferente (*), produzindo a despolarização do mesmo.
- NMDA (n-metil-d-aspartato):** neurorreceptores do glutamato. Sua ativação leva a abertura de um canal iônico não seletivo para todo tipo de cátions. Exerce papel importante para a potencialização de longo prazo.
- Noradrenalina:** neurotransmissor produzido no lócus ceruleus e liberado no diencéfalo e telencéfalo, sendo importantes para controlar o ciclo vigília-sono. Funcionam também no sistema nervoso autônomo.
- Notocorda:** suporte axial primário do corpo dos vertebrados. No embrião, a coluna vertebral forma-se em torno da notocorda, que atua também como organizador da forma final do sistema nervoso.

- Núcleo accumbens: massa de substância cinzenta pertencente aos núcleos da base que tem importantes conexões com o sistema límbico.
- Núcleo reticular do tálamo: lâmina de neurônios que recobre a superfície do tálamo, tendo função inibidora. É fundamental nos mecanismos da atenção.
- Núcleos da rafe: conjunto de núcleos que se dispõem ao longo da linha mediana do tronco encefálico. Sua função principal é a liberação de serotonina para o cérebro.
- Ontogênese: refere-se a eventos que ocorrem durante o desenvolvimento do ser vivo. Atém-se às mudanças que ocorrem desde a fertilização até o nascimento e mesmo depois.
- Ontológico: relativo ao ser. Ontologia é a ciência do ser em geral.
- Percepção: processo de conhecimento e compreensão da informação sensorial.
- Pineal: ver glândula pineal.
- Placa neural: espessamento do ectoderma situado acima da notocorda do embrião, que dá origem ao sistema nervoso central.
- Potencial de ação: despolarização elétrica dos neurônios, tipo tudo ou nada, que se propaga pelo axônio até a próxima sinapse ou placa motora. Caracteriza o disparo neuronal.
- Priming: ocorre quando um estímulo prévio influencia a resposta de um estímulo posterior. O primeiro estímulo ativa a rota mental que incrementa a capacidade de processamento de estímulo subsequente.
- Problema da junção: como as informações processadas em tantas partes separadas do sistema nervoso podem mostrar-se unificadas no percepto consciente?
- Problema difícil: por que as experiências cognitivas e o comportamento são acompanhados de experiência subjetiva dos mesmos?
- Processo: ação para transformar alguma coisa em outra utilizando procedimentos específicos.
- Processo inconsciente: mecanismos utilizados pelo organismo para atingir determinadas metas e que não chegam ao conhecimento do indivíduo.
- Propriedade: atributo ou qualidade de um objeto.
- Propriedade emergente: propriedade nova e imprevisível que surge da interação de elementos em sistemas complexos. Um exemplo é a origem da vida.

- Propriocepção: sentido da posição relativa de partes do corpo com relação às demais e ao ambiente.
- Prosencéfalo basal: núcleos cerebrais situados na região anterior e basal do cérebro, ligadas ao processamento das emoções.
- Prosopagnosia: incapacidade para reconhecer rostos, geralmente causada por lesão cerebral.
- Protoconsciência: termo proposto para caracterizar fenômenos conscientes rudimentares.
- Psicanálise: disciplina caracterizada como um método de investigação do inconsciente, um método psicoterápico e um conjunto de teorias psicológicas e psicopatológicas.
- Psicologia cognitiva: escola que trata do estudo científico de processos mentais internos envolvidos na cognição, incluindo percepção, memória, aprendizado e raciocínio lógico. Ver também ciência cognitiva (*).
- Psicologia comportamental: ver behaviorismo.
- Qualia: qualidades das experiências mentais conscientes (“a vermelhidão do vermelho eu vejo”).
- Questão mente-corpo: o problema da relação entre a mente e o corpo. É a principal questão estudada pela filosofia da mente (*), onde se analisam posições como dualismo (*), monismo (*), materialismo (*) e epifenomenismo (*).
- Racionalismo: visão filosófica que considera a razão como a principal fonte do conhecimento. O critério de verdade seria assim intelectual e dedutivo e não sensorial.
- Receptor: ver neurorreceptor (*).
- Redes neurais: originalmente significando circuitos de neurônios, atualmente é mais usado no sentido de redes neurais artificiais. São construtos programados que imitam a propriedade de neurônios biológicos. Sua utilidade revela-se na compreensão dos circuitos biológicos e na solução de problemas por meio da inteligência artificial.
- Reduccionismo: visão que considera possível a compreensão de coisas complexas pela identificação de suas partes e de suas interações. Assim considera-se que corpos são coleções de átomos.
- Reduccionismo “modificado”: entendimento de que a busca de conhecimento de sistemas complexos não pode exigir a identificação do todo com as partes, mas a correlação do conhecimento existente das partes e das suas interações com as observações do todo ou de seu fenômeno.

Res cogitans: substância pensante, ou seja, a alma no dualismo.

Res extensa: substância corpórea: o corpo, no dualismo.

Ressonância magnética (RM): método de imagem médica que visualiza a estrutura interna do corpo humano em grande detalhe. Utiliza a magnetização para alinhar os átomos de hidrogênio do corpo e a radiofrequência para desalinhá-los. A volta ao alinhamento produz sinais que são detectados e transformados em imagem.

Ressonância magnética funcional (RMf): programas especiais de ressonância magnética capazes de medir mudanças no fluxo sanguíneo de áreas cerebrais ativadas. Assim tornou-se possível identificar qual a região que está funcionando em determinado momento.

Revolução cognitiva: ver ciência cognitiva (*).

Seleção natural: processo pelo qual traços herdados que facilitem a sobrevivência ou adaptação dos organismos ao meio tendem a tornar-se mais comuns na população após sucessivas gerações.

Sensações: informações sensoriais do ambiente e do corpo. As cores, sons, cheiros e gostos são construções mentais criadas no cérebro pelo processamento sensorial.

Serotonina: neurotransmissor cujas células de origem estão no tronco encefálico (núcleos da rafe) e que exercem papel na regulação do humor, sono, sexualidade, apetite e alguns processos dolorosos.

Sinapse: conexão entre dois neurônios. É um espaço microscópico em que o neurônio aferente (*) libera os neurotransmissores (*) que ativarão (ou inibirão) o neurônio seguinte.

Sincronização: capacidade de grupos de neurônios de produzir disparos conjuntos e sincronizados, com possível emergência de novas propriedades.

Sistema límbico: grupo de estruturas cerebrais ligados ao processamento das emoções.

Sistema nervoso autônomo: parte do sistema nervoso periférico que controla o funcionamento das vísceras.

Sistema nervoso central (SNC): parte principal do sistema nervoso, situada dentro do crânio e da coluna vertebral. É constituído por cérebro, tronco encefálico e medula espinal.

Sistema nervoso periférico (SNP): parte do sistema nervoso que conecta o SNC (*) com os membros e os órgãos internos. É composto pelos nervos periféricos.

Sistema vestibular: sistema relacionado com o equilíbrio. Ver labirinto (*).

Substância branca: tecido nervoso formado por fibras mielínicas (*) e neuróglia (*). Ali estão os tratos nervosos que comunicam uma área do sistema nervoso com outra.

Substância cinzenta: tecido nervoso constituído predominantemente de corpos de neurônios. Contém também neuroglia. É composta pelo córtex cerebral e cerebelar, pelos núcleos e pela substância cinzenta da medula espinal.

Sulco: depressões estritas encontradas na superfície do cérebro, delimitando os giros (*).

Superveniência: relação de dependência entre propriedades de níveis de avaliação diferentes. Um grupo de propriedades sobrevém a outro grupo de propriedades quando as propriedades do primeiro se determinam pelas do segundo.

Tálamo: constituído por duas massas volumosas de substância cinzenta situadas no topo do tronco encefálico e envolvido pelos hemisférios cerebrais. Sua função principal é ser o relé das vias sensitivas em seu caminho para o córtex.

Teoria da identidade: preconiza que os eventos mentais são idênticos a eventos físicos do cérebro.

Teoria da mente: capacidade de atribuir estados mentais a outras pessoas.

Tomografia computadorizada (TC): método de imagem médica criado por processamento computadorizado da absorção de raios X por tecidos do corpo, evidenciando diferenças sutis entre estes.

Tomografia de emissão positrônica (PET): técnica de imagem de medicina nuclear que permite distinguir regiões cerebrais em funcionamento, em tempo real.

Trato neural: feixe de fibras nervosas com a mesma origem, mesma função e mesmo destino. São prolongamentos de neurônios que conectam partes do sistema nervoso entre si.

Tronco encefálico: porção do sistema nervoso central que se interpõe entre a medula espinal e o diencéfalo. Divide-se em bulbo, ponte e mesencéfalo. Contém muitos tratos de fibras, núcleos de nervos cranianos e ainda a formação reticular.

Tubo neural: estrutura formada pela aproximação e fusão das bordas da placa neural (*). Dá origem aos elementos do sistema nervoso central.

V2, V3, V3a, V4 e MT: diferentes áreas corticais relacionadas com o processamento visual.

Via: conexões em série de neurônios, caracterizando um circuito funcional.

Visão cega (*blindsight*): sintoma de pacientes com cegueira cortical que apresentam resposta a estímulos visuais. (Gusmão & Ribas, 2009) (Durozoi & Roussel, 1990) (<http://www.wikipedia.org/>) (<http://www.britannica.com/>)

