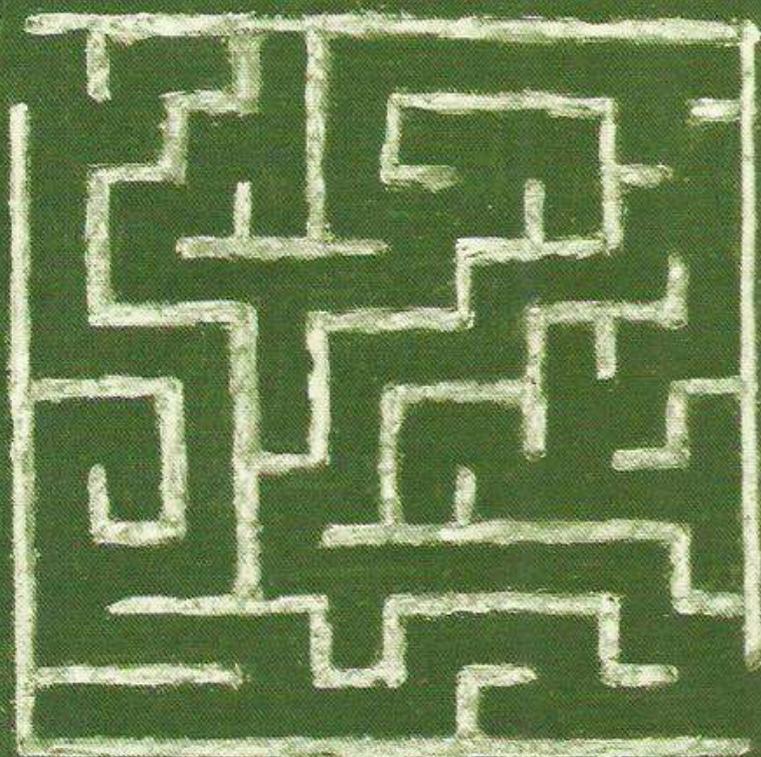


RAMON M. COSENZA

LEONOR B. GUERRA



NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO

COMO O CÉREBRO APRENDE



Alencar, E. M. L.S. & Cols. Medidas de criatividade: teoria e prática

Armstrong, T. – As melhores escolas: a prática educacional orientada pelo desenvolvimento humano

Armstrong, T. – Inteligências múltiplas na sala de aula (2.ed.)

Catania, C. – Aprendizagem: comportamento, linguagem e cognição

Dockrell, J.; Mcshane, J. – Crianças com dificuldades de aprendizagem

Flynn, J. – O que é inteligência?

Gardner, H. – Cinco mentes para o futuro

Gardner, H. – Inteligências múltiplas: a teoria na prática

Gardner, H. – Mentes que mudam: a arte e a ciência de mudar as nossas idéias e as dos outros

Gardner, H.; Chen, J.-Q.; Moran, S. – Inteligências múltiplas ao redor do mundo

Gardner, H. & Cols. – Projeto Spectrum: a teoria das inteligências múltiplas na educação infantil – V.1 – Utilizando as competências das crianças; V.2 – Atividades iniciais de aprendizagem; V.3 – Avaliação em educação infantil

Gardner, H. – Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas

Gardner, H.; Kornhaber, M. L.; Wake, W. K. – Inteligência: múltiplas perspectivas

Izquierdo, I. – Memória (2 ed.)

Jensen, E. – Enriqueça o cérebro: como maximizar o potencial de aprendizagem de todos os alunos

Mora, F. – Continuum: como funciona o cérebro?

Perraudau, M. – Estratégias de aprendizagem: como acompanhar os alunos na aquisição dos saberes

Pozo, J.I. – Aquisição de conhecimento

Rodrigues, C.; Tomitch, L.M.B. & Cols. – Linguagem e cérebro humano

Senney, A.L. – Neuropsicologia e inclusão

Sprenger, M. – Memória: como ensinar para o aluno lembrar

Sternberg, R.J.; Grigorenko, E.L. – Inteligência plena: ensinando e incentivando a aprendizagem e a realização dos alunos

Willingham, D.T. – Por que os alunos não gostam da escola?

NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO



C834n Cosenza, Ramon M.
Neurociência e educação : como o cérebro aprende / Ramon M. Cosenza,
Leonor B. Guerra. – Porto Alegre : Artmed, 2011.
151 p. : il. ; 23 cm.

ISBN 978-85-363-2548-4

1. Neurologia. 2. Educação. I. Guerra, Leonor B. II. Título.

CDU 616.8:37

Catálogo na publicação: Ana Paula M. Magnus – CRB 10/2052

RAMON M. COSENZA

LEONOR B. GUERRA

NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO

COMO O CÉREBRO APRENDE



2011

© Artmed Editora S.A., 2011

Capa: Paola Manica

Preparação de originais: Marcelo Viana Soares

Leitura final: Marcelo de Abreu Almeida

Ilustrações: Cláudia Lambert

Editora sênior – Ciências Humanas: Mônica Ballejo Canto

Editora responsável por esta obra: Carla Rosa Araujo

Projeto gráfico e editoração eletrônica: TIPOS design editorial

Reservados todos os direitos de publicação, em língua portuguesa, à
ARTMED® EDITORA S.A.

Av. Jerônimo de Ornelas, 670 – Santana

90040-340 – Porto Alegre RS

Fone (51) 3027-7000 Fax (51) 3027-7070

É proibida a duplicação ou reprodução deste volume, no todo ou em parte,
sob quaisquer formas ou por quaisquer meios [eletrônico, mecânico, gravação,
fotocópia, distribuição na Web e outros], sem permissão expressa da Editora.

SÃO PAULO

Av. Embaixador Macedo Soares, 10.735 – Pavilhão 5 – Cond. Espace Center

Vila Anastácio – 05095-035 – São Paulo SP

Fone (11) 3665-1100 Fax (11) 3667-1333

SAC 0800 703-3444

IMPRESSO NO BRASIL

PRINTED IN BRAZIL

1

O MAPA

Neste capítulo, veremos como se organiza o sistema nervoso em termos anatômicos e funcionais com o objetivo de compreender seu envolvimento na interação do organismo com o ambiente e nos processos de aprendizagem.

A ORGANIZAÇÃO GERAL, MORFOLÓGICA E FUNCIONAL DO SISTEMA NERVOSO

Todos os seres vivos precisam estar em permanente intercâmbio com o meio em que vivem. Para sobreviver, devem interagir com ele, identificando suas características e produzindo respostas adaptativas, tais como localizar alimentos, encontrar parceiros para a reprodução ou fugir de predadores e de outros perigos. Nos animais, é o sistema nervoso que se encarrega de estabelecer essa comunicação com o mundo ao redor e também com as partes internas do organismo. O cérebro, como sabemos, é a parte mais importante do nosso sistema nervoso, pois é através dele que tomamos consciência das informações que chegam pelos órgãos dos sentidos e processamos essas informações, comparando-as com nossas vivências e expectativas. É dele também que emanam as respostas voluntárias ou involuntárias, que fazem com que o corpo, eventualmente, atue sobre o ambiente.

Hipócrates, considerado o pai da medicina, já afirmava, há cerca de 2.300 anos, que é através do cérebro que sentimos tristeza ou alegria, e é também por meio de seu funcionamento que somos capazes de aprender ou de modificar nosso comportamento à medida que vivemos. Da mesma forma, os processos



mentais, como o pensamento, a atenção ou a capacidade de julgamento, são frutos do funcionamento cerebral.

Tudo isso é feito por meio de circuitos nervosos, constituídos por dezenas de bilhões de células, que chamamos de **neurônios** (Fig. 1.1). Durante a evolução dos animais, essas células se especializaram na recepção e na condução de informações e passaram por um processo de organização, no qual foram formando cadeias cada vez mais complexas. Esse arranjo acabou por ser capaz de executar as atividades a que nos referimos de uma forma que só agora as neurociências estão nos permitindo compreender.

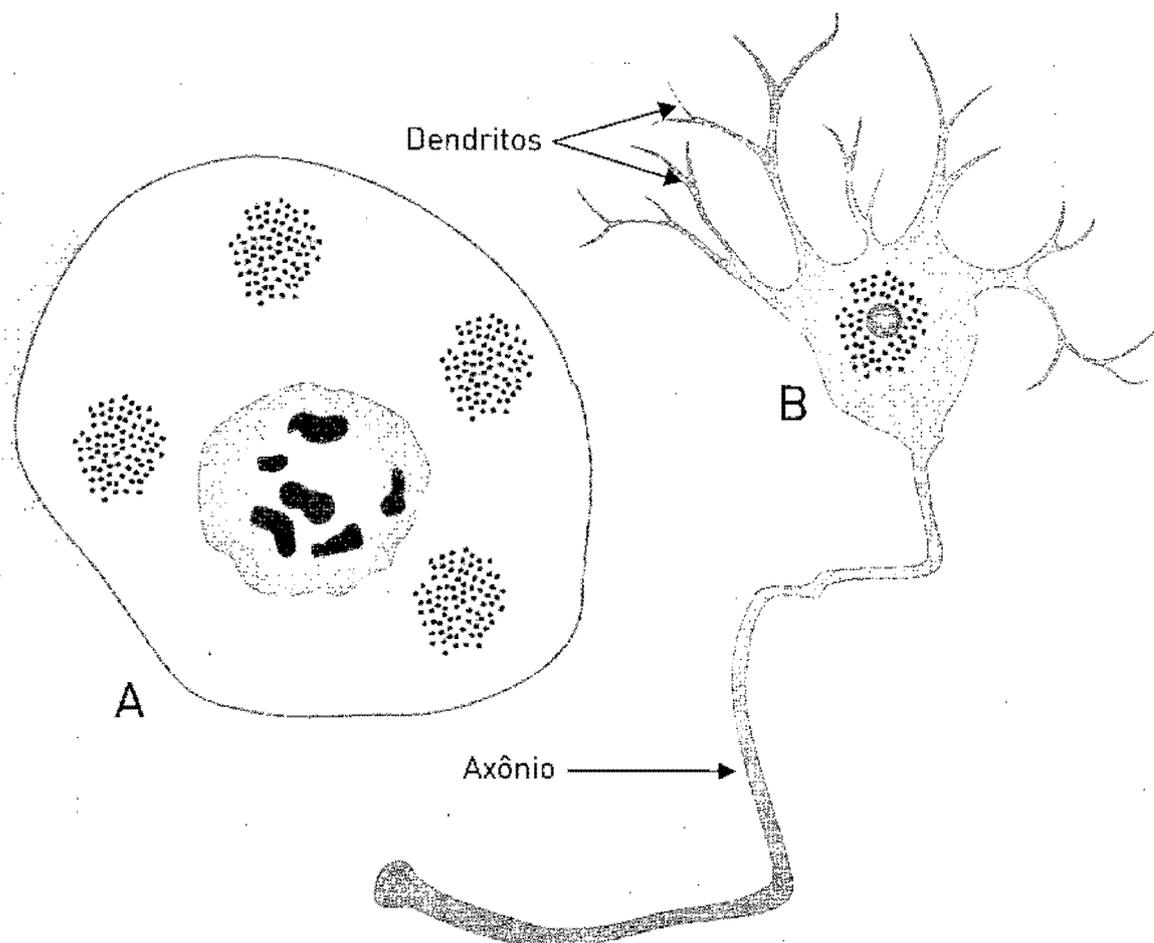


FIGURA 1.1

A figura mostra à esquerda uma célula comum, indiferenciada (**A**) e à direita um neurônio, ou célula nervosa (**B**). O neurônio geralmente dispõe de prolongamentos, representados pelos dendritos e pelo axônio. Os primeiros captam informações de outras células e as conduzem até o corpo celular. O neurônio envia impulsos a outras células utilizando-se do axônio, que é um prolongamento único.

Desde a época dos antigos romanos até o século XVIII acreditava-se que o cérebro funcionava por intermédio de espíritos, que eram gerados no interior do organismo. Pensava-se que os nervos eram canais por onde circulava essa substância espiritual que se movia sob o comando do cérebro. As próprias células nervosas, que são responsáveis pelas funções do sistema nervoso, somente vieram a ser conhecidas em um passado bem mais recente, e a maneira como funcionam só pôde ser compreendida no princípio do século XX.

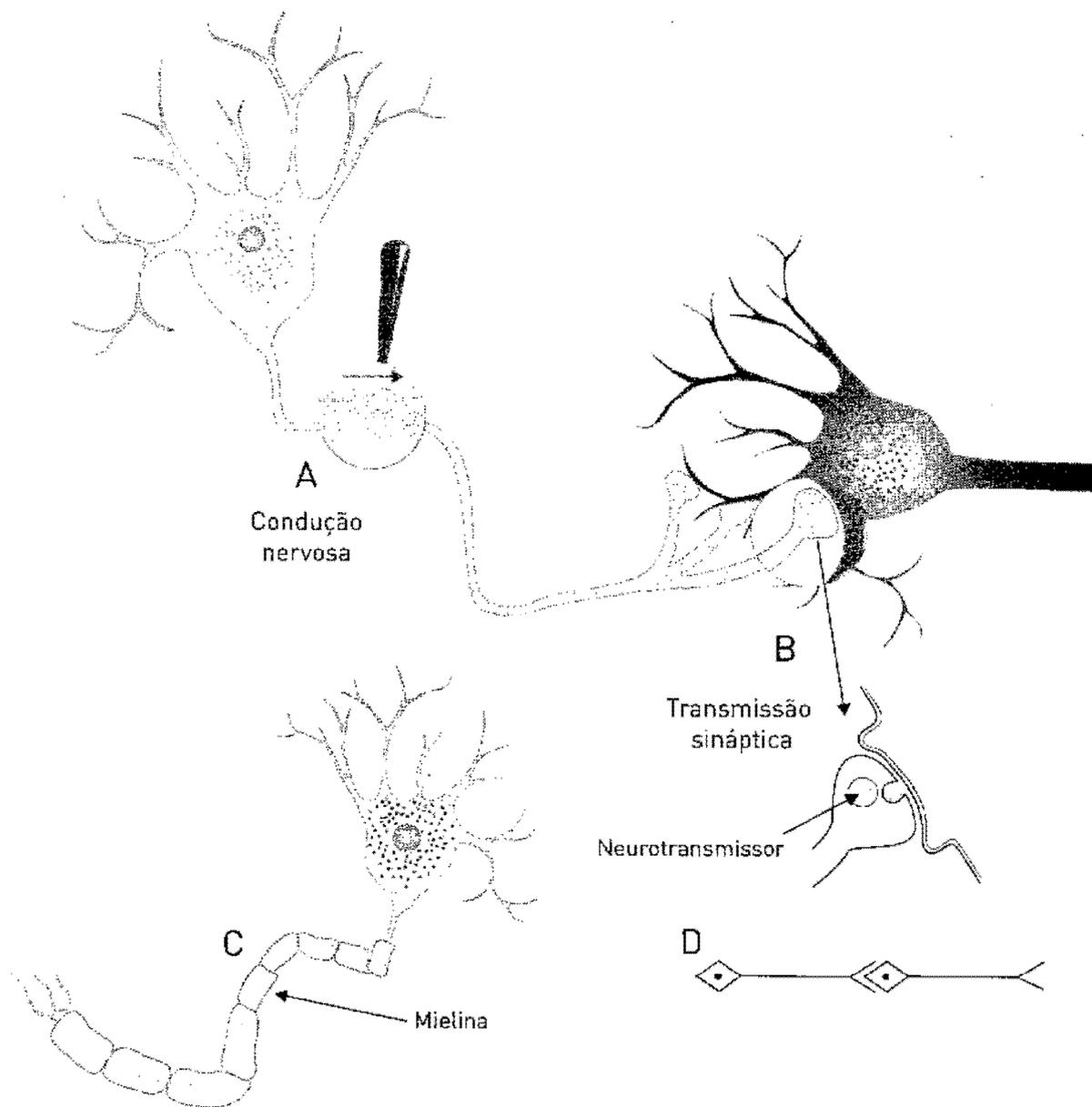
Hoje, sabemos que os neurônios processam e transmitem a informação por meio de impulsos nervosos que os percorrem ao longo de toda a sua extensão. Além disso, temos conhecimento de que o impulso nervoso tem uma natureza elétrica, pois é constituído de alterações na polaridade elétrica da membrana que reveste essas células (Fig. 1.2).

Um neurônio pode disparar impulsos seguidamente, dezenas de vezes por segundo. Mas a informação, para ser transmitida para uma outra célula, depende de uma estrutura que ocorre geralmente nas porções finais do prolongamento neuronal que leva o nome de **axônio**. Esses locais, onde ocorre a passagem da informação entre as células, são denominados **sinapses**, e a comunicação é feita pela liberação de uma substância química, um **neurotransmissor** (Fig. 1.2). Existem dezenas de neurotransmissores atuando em nosso cérebro, e teremos oportunidade de nos referir a eles, bem como a algumas de suas funções, nos capítulos que se seguem.

O neurotransmissor, liberado na região das sinapses, atua na membrana da outra célula (membrana pós-sináptica) e aí pode ter dois efeitos: vai excitá-la de forma que impulsos nervosos sejam disparados por ela, ou poderá dificultar o início de novos impulsos nervosos, pois muitos neurotransmissores são inibitórios. As sinapses, portanto, são os locais que regulam a passagem de informações no sistema nervoso e, como veremos, têm uma importância fundamental na aprendizagem.

As conexões sinápticas dos bilhões de células presentes em nosso sistema nervoso são em número incalculável. Um neurônio normalmente pode estabelecer sinapses com centenas de outros neurônios ao mesmo tempo em que recebe informações vindas de outras centenas de células. Sua resposta a esses influxos vai depender do equilíbrio de ações sinápticas excitatórias e inibitórias que recebe num determinado momento, o que vai influenciar, por sua vez, outras células próximas ou distantes, dependendo dos circuitos dos quais ele participa.

Outro fato digno de nota é que a maioria dos axônios encontrados em nosso sistema nervoso tem um envoltório de **mielina** (Fig. 1.2). O axônio é o prolongamento através do qual o neurônio conduz a informação que eventualmente será transmitida a outras células, sendo a velocidade dessa condução um dado importante.



 **FIGURA 1.2**

O impulso nervoso, modo pelo qual o neurônio conduz a informação, viaja ao longo do axônio por um mecanismo elétrico: as trocas de íons que ocorrem na membrana celular **(A)**. A passagem da informação para outras células ocorre nas sinapses **(B)**, onde é liberada uma substância química, um neurotransmissor. Em **C** observa-se uma fibra nervosa (axônio) com o envoltório de mielina. Compare com a fibra amielínica do neurônio representado em **A**. Em **D** observa-se a forma como representaremos os neurônios nas figuras que se seguem.

A bainha de mielina é formada por células auxiliares¹, que se enrolam ao longo da fibra nervosa, ou axônio. As fibras mielinizadas podem ser mais eficientes, pois os axônios que possuem esse envoltório conduzem a informação em uma velocidade até 100 vezes maior do que uma fibra que não seja mielinica (Fig. 1.2).

Se um cérebro humano é seccionado e examinado, seja a fresco ou seja fixado por uma substância conservadora, geralmente somos capazes de identificar áreas onde se localizam fibras mielinizadas, a **substância branca** (a mielina é formada em grande parte de uma substância gordurosa), e áreas onde se encontra um predomínio de corpos de neurônios, a **substância cinzenta** (Fig. 1.3).

A porção externa do cérebro é constituída por uma camada de substância cinzenta conhecida como **córtex cerebral**. O córtex cerebral contém bilhões de neurônios organizados em circuitos bastante complexos que se encarregam de

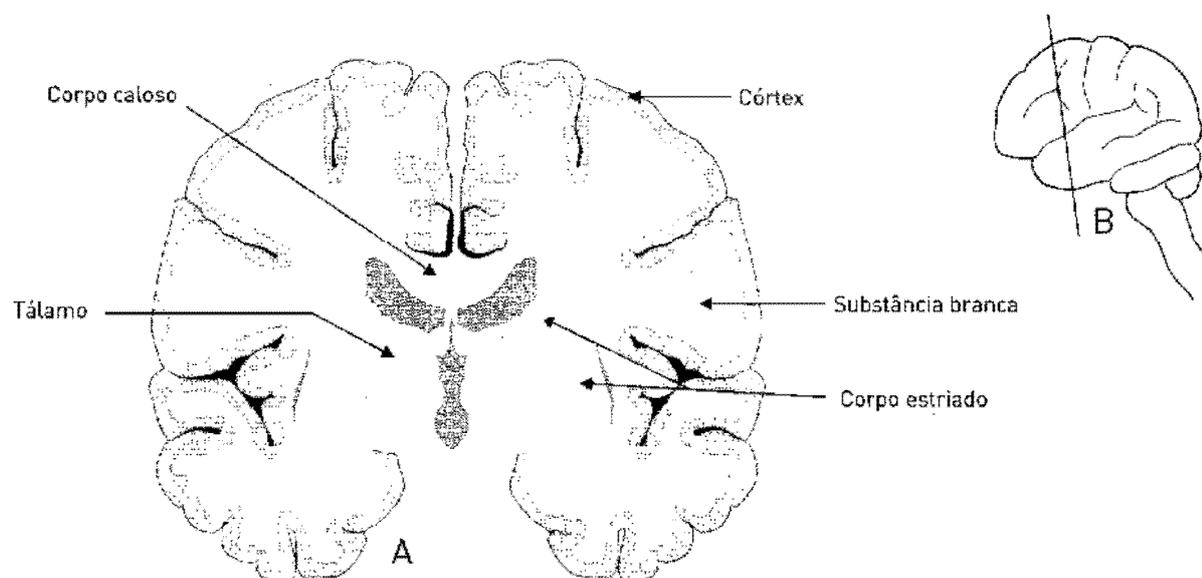


FIGURA 1.3

Na superfície de um corte feito através do cérebro **A** veem-se várias estruturas da substância branca e cinzenta. Em **B** pode-se ver como foi feito o corte observado em **A**.

¹ No sistema nervoso, além dos neurônios, encontramos células auxiliares, que em conjunto levam o nome de neuróglia, ou células gliais (glia=cola). Um tipo especial dessas células é responsável pela formação da mielina.

funções como a linguagem, a memória, o planejamento de ações, o raciocínio crítico, etc. Essas capacidades, que são características da espécie humana, costumam ser chamadas de funções nervosas superiores. Observe também, na Figura 1.3, que o cérebro tem uma região central em que predomina a substância branca, embora contenha núcleos de substância cinzenta. Esses conjuntos de neurônios exercem funções específicas, que mencionaremos quando necessário.

Ao longo da evolução animal, o encéfalo, que é a região do sistema nervoso que fica na extremidade em que se localiza a cabeça dos vertebrados, sofreu um processo de enorme crescimento (Fig. 1.4). Essa expansão foi causada pelo acúmulo de neurônios que se associaram, formando circuitos cada vez mais complexos. Esses circuitos acrescentaram, pouco a pouco, capacidades e habilidades novas na interação com o meio ambiente. Isso possibilitou o surgimento de comporta-



↪ **FIGURA 1.4**

A figura mostra o aumento progressivo do encéfalo em diferentes vertebrados, um processo conhecido como encefalização. Na espécie humana o encéfalo é muito maior do que seria esperado pelo peso corporal dos indivíduos da espécie. Os cérebros dos diferentes animais não foram desenhados em escala proporcional.

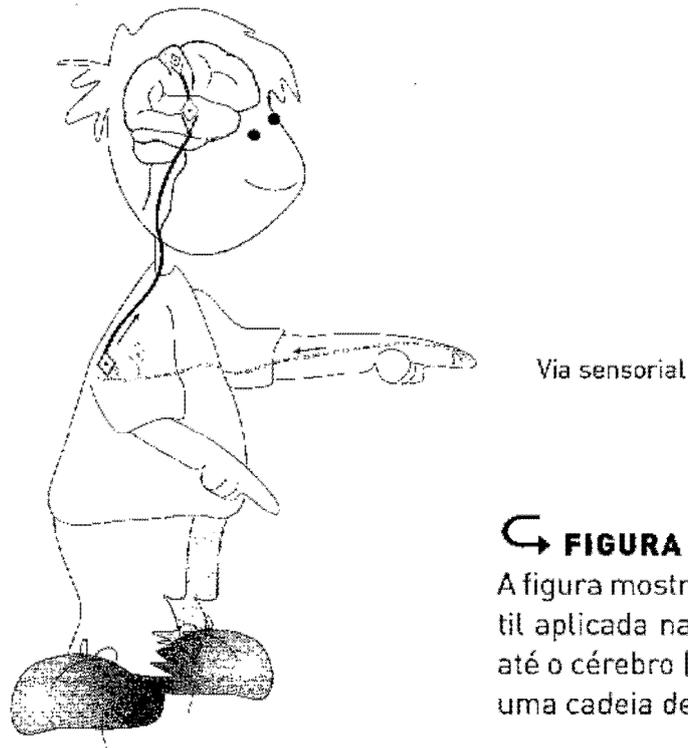
mentos sofisticados, além de novos processos mentais. O cérebro, como se sabe, é a porção mais importante do encéfalo no que se refere a essas funções.

Para compreendermos o funcionamento do cérebro em relação à aprendizagem, que é o nosso objetivo final, é importante que tenhamos um conhecimento básico de como a informação circula por ele. Para isso, vamos examinar, inicialmente, como as informações sensoriais chegam ao sistema nervoso e atingem o cérebro.

Os nossos sentidos se desenvolveram para que pudéssemos captar a energia presente no ambiente, embora saibamos que, das muitas formas de energia que nos rodeiam, somos sensíveis a apenas algumas, para as quais possuímos os **receptores** específicos. Tomemos como exemplo a visão, que, dentre os nossos sentidos, costuma ser o mais importante. A luz é uma forma de energia eletromagnética, encontrada em uma ampla faixa de frequências. Contudo, somos capazes de ver apenas uma pequena fração dessas frequências. As ondas radiofônicas, ou os raios-X, que podem mostrar o interior do corpo, também são energia eletromagnética, mas não são visíveis, pois não temos receptores para a sua faixa de frequência. Um outro exemplo seria o dos daltônicos, que não são capazes de distinguir certas cores porque não possuem os receptores que permitiriam essa distinção. De forma semelhante, muitas outras formas de energia presentes em nosso ambiente não afetam os nossos sentidos, embora possam ser percebidas por outros animais que tenham os receptores capazes de percebê-las.

Os processos sensoriais começam sempre nos receptores especializados em captar um tipo de energia. Neles tem início um circuito, em que a informação vai passando de uma célula a outra, até chegar em uma área do cérebro, geralmente no córtex cerebral, responsável por seu processamento. A Figura 1.5 toma como exemplo as sensações táteis e mostra, de forma esquematizada, o seu trajeto no sistema nervoso, até atingir uma região cerebral encarregada da sua recepção. A informação pode ser modificada no seu trajeto e será percebida de forma consciente quando for processada nos circuitos corticais especializados para isso.

A energia mecânica aplicada à pele de um dedo impressiona receptores táteis, que desencadeiam impulsos nervosos que viajam por fibras nervosas presentes em nervos (Fig. 1.5). Os nervos são cordões constituídos de prolongamentos de neurônios que ligam o sistema nervoso central aos órgãos periféricos. As fibras que trazem a informação tátil a conduzem até o interior do sistema nervoso (no caso, a medula espinhal, situada no interior da coluna vertebral), repassam essa informação a um segundo neurônio, que tem a função de transportá-la até outras células nervosas, e finalmente atingem o córtex cerebral. Essa região, especializada no processamento das informações táteis, fará com que identifiquemos a estimulação original, bem como a sua localização.

**FIGURA 1.5**

A figura mostra como uma estimulação tátil aplicada na ponta do dedo é conduzida até o cérebro (córtex cerebral) por meio de uma cadeia de neurônios sensoriais.

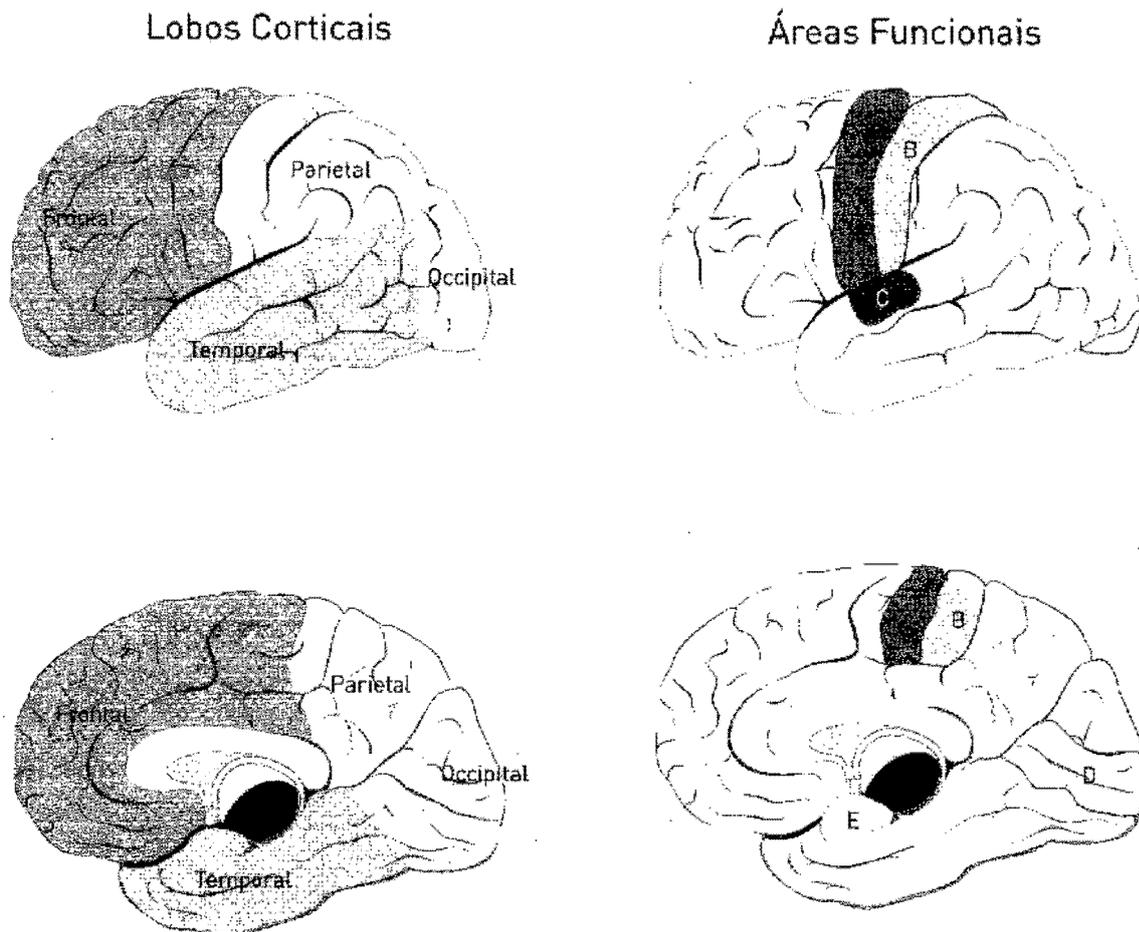
O córtex cerebral costuma ser dividido em grandes regiões, denominadas lobos, que têm nomes correspondentes aos ossos do crânio que os cobrem. Temos então os lobos frontal, parietal, temporal e occipital. A Figura 1.6 mostra os lobos corticais e também as áreas especializadas na recepção de algumas das informações sensoriais. Observe que a região que recebe as informações táteis, por exemplo, localiza-se no lobo parietal.

É por intermédio do córtex cerebral que percebemos uma determinada sensação. Em outras palavras, sabemos que houve uma estimulação tátil em nosso dedo quando essa informação, trazida através da cadeia neuronal mencionada, excita neurônios no córtex cerebral, levando a um processamento que ativa a consciência. Na região cortical, que se encarrega das informações táteis, existe um mapa corporal em que estão representadas as diversas partes do corpo. Ou seja, uma estimulação da pele do rosto chega em um ponto do córtex, enquanto a estimulação do braço atinge uma área um pouco diferente, e assim sucessivamente. Dessa forma, nosso cérebro “sabe” que região do corpo está sendo estimulada.

Se a cadeia neuronal for interrompida, o córtex deixará de ser informado e, portanto, não será possível perceber a estimulação dos receptores na região agora desconectada do restante do sistema. É o que acontece quando a medula espinhal de uma pessoa é lesada. Neste caso, ela perderá a sensibilidade nas regiões do corpo agora separadas de sua ligação com o córtex cerebral.

De forma análoga funcionam os outros sentidos como, por exemplo, a visão, a audição ou o olfato. Todos têm receptores e cadeias neuronais que levam a informação específica até uma região do córtex cerebral, onde ela se tornará consciente. A Figura 1.6 mostra que regiões diferentes do cérebro são responsáveis pelo processamento de cada modalidade sensorial. Por isso, um problema que afete uma dessas áreas pode trazer uma deficiência no sentido correspondente, deixando os outros sem alteração.

Resumindo, é por meio das informações sensoriais, conduzidas através de circuitos específicos e processadas pelo cérebro, que tomamos conhecimento do



↪ **FIGURA 1.6**

A figura mostra à esquerda a divisão da superfície do cérebro em lobos. À direita são mostradas as áreas corticais relacionadas com a motricidade e com a sensibilidade: **(A)** área motora; **(B)** área somestésica; **(C)** área auditiva; **(D)** área visual; **(E)** área olfatória.



que está acontecendo no ambiente ao nosso redor e com ele podemos interagir de forma satisfatória, de modo a garantir nossa sobrevivência.

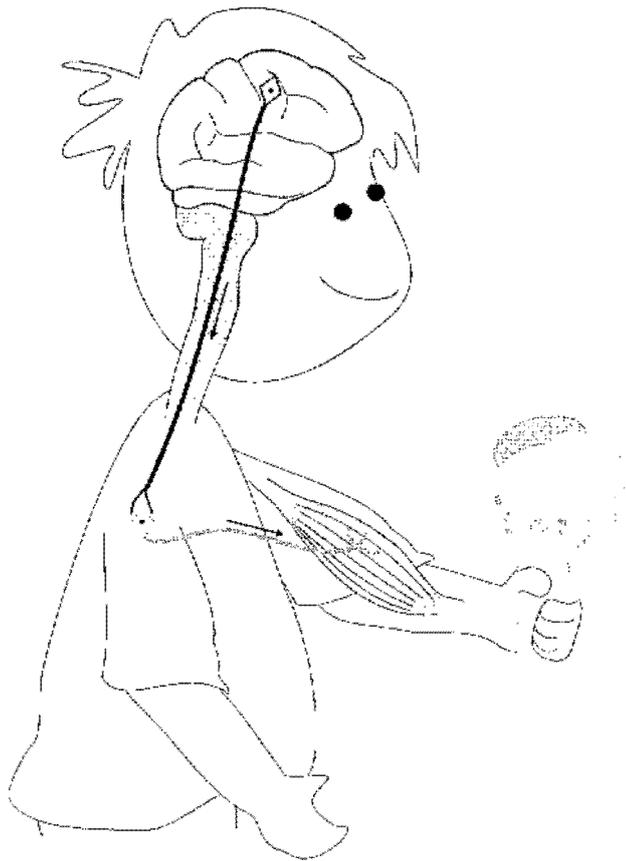
É preciso lembrar que o cérebro recebe também informações que vêm do interior do corpo. Temos sensações viscerais como, por exemplo, a dor visceral que nos informa que algo não vai bem em nosso organismo. Boa parte das sensações viscerais, no entanto, não chega ao córtex cerebral e, por isso, não se torna consciente. Por exemplo, uma queda na pressão sanguínea é captada por receptores especiais e informada ao sistema nervoso por circuitos específicos. Isso permite que ele promova uma constrição dos vasos sanguíneos para corrigir o problema. Tudo é feito envolvendo outras regiões cerebrais e não o córtex, de forma que o processo não é conscientemente percebido.

Na verdade, a maior parte dos processos que ocorrem no cérebro é inconsciente, mesmo aqueles que dependem da atuação do córtex cerebral. Particularmente a regulação do nosso meio interno, como a manutenção da temperatura, dos níveis adequados de glicose e de oxigênio no sangue ou das secreções hormonais passa pela supervisão do sistema nervoso de uma forma que escapa à nossa consciência. Mas, como veremos, mesmo a aprendizagem que envolve nossa interação com o ambiente pode ocorrer de uma forma da qual não tomamos conhecimento.

O senso comum costuma se referir a cinco sentidos que seriam utilizados por nós normalmente. Na verdade, eles são em maior número. Na pele, por exemplo, não percebemos apenas o tato, mas também a sensação de pressão, a dor e a temperatura. Um sentido muito importante e pouco mencionado é a **cinestesia** (cine = movimento; estesia = sensação), que informa a posição do corpo no espaço e os movimentos que estão sendo executados. Seus receptores encontram-se nos músculos, nas articulações de nosso esqueleto e no ouvido interno. As informações neles geradas nos permitem manter o equilíbrio, conhecer a distribuição do corpo no espaço e executar com perfeição os movimentos dos diferentes grupos musculares.

Isso nos traz a questão de como o cérebro executa movimentos voluntários. Mais uma vez, entram em cena circuitos neuronais. O principal circuito motor tem origem no córtex e termina em um órgão periférico, um músculo esquelético. A Figura 1.7 mostra um esquema dessa via motora voluntária. Neurônios presentes em uma região cortical, com função motora, enviam prolongamentos que terminam em partes inferiores do sistema nervoso, onde fazem sinapses com células cujos axônios estão presentes em um nervo e vão estabelecer contatos (sinápticos) com as células musculares.

Quando queremos mover uma determinada parte do corpo, o cérebro ativa o circuito correspondente, de modo a realizar a ação adequada. Porções diferentes



↪ **FIGURA 1.7**

A figura mostra a principal via motora voluntária, que tem origem no córtex cerebral e que chega até ao músculo por uma cadeia de dois neurônios motores.

do corpo são comandadas por áreas diferentes do córtex motor, a exemplo do que já relatamos para o córtex sensorial somático (soma = corpo).

Também para as vias motoras é bom lembrar que, se o circuito for interrompido, perde-se a capacidade de execução do ato voluntário correspondente. A lesão da medula espinhal geralmente tem como consequência a perda dos movimentos, juntamente com a perda da sensibilidade de todas as regiões que foram desconectadas do córtex cerebral.

Outro fato curioso, mas muito importante, é que as cadeias neuronais que constituem as vias sensoriais e motoras são cruzadas no sistema nervoso, de tal forma que o hemisfério cerebral esquerdo recebe informações e comanda o lado direito do corpo, ocorrendo o inverso com o hemisfério direito. Um derrame cerebral que ocorra no lado esquerdo do cérebro poderá trazer deficiências sensoriais e motoras do lado direito do corpo.

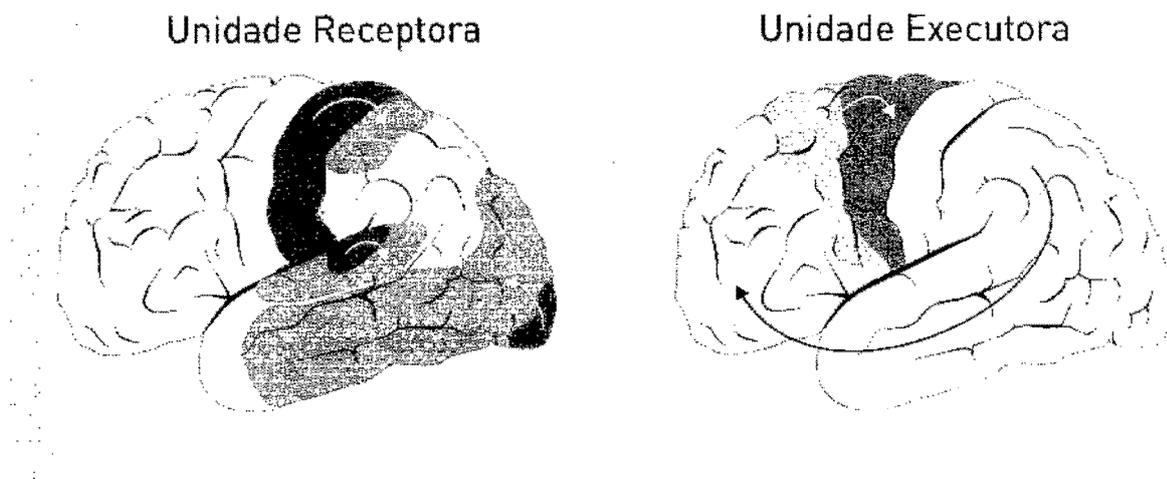
Até aqui observamos a organização geral do sistema nervoso de forma esquemática, à maneira de um mapa que indica as coordenadas que possibilitarão a compreensão do seu funcionamento geral. Na verdade, o funcionamento do cérebro é bem mais complexo.

As vias sensoriais ao longo do seu trajeto costumam receber influências de outros centros nervosos, de modo que a informação pode ser modificada ou mesmo suprimida. As estações sinápticas desse trajeto provavelmente se desenvolveram ao longo da evolução animal justamente para permitir essas modificações. Assim, um estímulo pode passar despercebido caso o indivíduo não tenha a atenção voltada para ele ou, ao contrário, dependendo das circunstâncias, pode percebê-lo com uma intensidade muito maior.

O controle motor também não é simples, pois, ao mesmo tempo em que o cérebro comanda um movimento de determinado músculo, são emitidas ordens paralelas, por exemplo, para inibição dos músculos que fazem o movimento inverso, ou para ativação de outros músculos que são importantes para que a ação final seja implementada. Ao mesmo tempo, as informações cinestésicas, táteis, visuais são integradas para permitir que o movimento seja o mais preciso possível, enquanto circuitos subcorticais executam um planejamento inconsciente e fazem os cálculos necessários para que o ato motor se desenvolva com a velocidade, a direção e a precisão necessárias.

Além disso, observe na Figura 1.6 que as áreas corticais diretamente envolvidas com a motricidade ou com a sensibilidade ocupam uma parte relativamente pequena da superfície do córtex cerebral. As outras áreas corticais são muito importantes e se organizam de uma forma que descreveremos, usando para isso a proposição do neuropsicólogo russo Alexandre Luria, que sugeriu que no córtex cerebral existem duas unidades funcionais. A primeira, que podemos chamar de unidade receptora, está presente na região posterior do cérebro (Fig. 1.8), e se ocupa do recebimento, da análise e do armazenamento das informações sensoriais em níveis crescentes de complexidade. A segunda unidade funcional é executora, localiza-se nas porções anteriores do cérebro e também está organizada de forma a participar desde o planejamento e regulação do comportamento até a execução das ações motoras. Observe na Figura 1.8 que em ambas as unidades funcionais podemos observar três tipos de regiões corticais, que são chamadas de áreas primárias, secundárias e terciárias. As áreas primárias foram mencionadas anteriormente, pois são elas que se ocupam diretamente da motricidade e da sensibilidade (Fig. 1.6).

Na unidade funcional receptora, além das áreas sensoriais primárias, encontramos **áreas corticais secundárias**, uma para cada modalidade sensitiva, que estão envolvidas nos processos de percepção (Fig. 1.8). Quando ocorre uma lesão nas áreas primárias, o paciente perde a capacidade sensorial correspondente. Pode ficar cego, surdo ou sem sensibilidade tátil. Se a área secundária é lesada, contudo, o paciente não perde a sensibilidade, mas é incapaz de decodificar a informação através daquele sentido.



↪ **FIGURA 1.8**

As unidades funcionais corticais receptoras e executoras, como propostas por Lúria. As áreas primárias estão representadas por tons mais escuros, as secundárias por tons intermediários e as duas áreas terciárias por cores mais claras. As setas indicam a direção do fluxo de informação. Ver mais detalhes no texto.

Suponha uma pessoa com uma lesão na área visual secundária. Se mostrarmos uma caneta a essa paciente, ela será capaz de enxergar o objeto, mas não saberá dizer o que é. Ela apresenta uma agnosia visual, isto é, uma incapacidade de perceber ou decodificar as informações visuais². Da mesma forma, lesões nas áreas secundárias auditiva ou somestésica irão provocar sintomatologias correspondentes, ou seja, agnosias auditiva ou somatoagnosia, que são a incapacidade de reconhecer os estímulos, respectivamente, pela audição ou pelo tato.

As áreas secundárias recebem a informação vinda das áreas primárias e a processam de uma forma que será possível interpretar aquela informação de acordo com as experiências e interações já realizadas pelo indivíduo. Só podemos reconhecer uma caneta como tal depois que já tivermos conhecimento prévio desse objeto e tenhamos uma memória dele. As áreas secundárias, na verdade, vão se desenvolvendo no nosso cérebro à medida que interagimos com o mundo exterior.

Veja, na Figura 1.8, que na junção dos lobos parietal e temporal está localizada uma área denominada **área terciária temporo-parietal**. Esta região não tem mais

² Note que, neste caso, ela poderá identificar a caneta pelo tato, utilizando suas outras áreas sensoriais corticais.

relação com as diferentes modalidades sensoriais³, mas recebe informações de todas elas e tem a função de integrá-las, permitindo o aparecimento de funções mais complexas. No hemisfério esquerdo, por exemplo, a região terciária temporo-parietal está geralmente associada ao processamento da linguagem, enquanto no hemisfério direito ela é importante para a percepção do espaço e sua manipulação. Portanto, as áreas corticais terciárias são nitidamente assimétricas em relação à sua função.

Na metade posterior do córtex cerebral encontramos regiões que recebem as informações sensoriais e as vão processando de forma cada vez mais complexa, até que se tornam funções mais sofisticadas, como a capacidade de simbolização, a comunicação pela linguagem ou o raciocínio espacial.

De forma semelhante, na porção anterior do cérebro encontramos uma unidade funcional para o planejamento e a execução do comportamento motor que é composta por uma **região terciária pré-frontal**, uma **área secundária motora**, além da **área motora primária**, à qual já nos referimos anteriormente (Fig. 1.8). Aqui o fluxo de informação é inverso, pois a área terciária é importante para o planejamento, a regulação e o monitoramento das estratégias comportamentais e envia informações para a área secundária, que tem a função de planejar a execução das ações motoras. Esta, por sua vez, manda fibras para a área motora primária, que vai providenciar o comando da musculatura.

As áreas terciárias levam mais tempo para amadurecer e só atingem o funcionamento pleno durante a segunda década de vida. As regiões secundárias também não estão prontas por ocasião do nascimento e amadurecem sofrendo a influência da interação com o meio ambiente. Voltaremos a nos referir ao funcionamento dessas regiões corticais à medida que formos examinando as diversas capacidades e funções que são tema dos próximos capítulos.

Além das estruturas até aqui mencionadas, outros centros nervosos são importantes para realizar as diversas funções do sistema nervoso. Algumas dessas estruturas se localizam no próprio cérebro, como o tálamo, o hipotálamo e o corpo estriado. Outras fazem parte de outras regiões do encéfalo, como o cerebelo e o tronco encefálico.

A título de exemplo, os neurônios do tronco encefálico são importantes para a regulação do ciclo do sono e da vigília, da respiração e do funcionamento cardiovascular, dentre outras funções. Os circuitos neuronais do cerebelo e do corpo estriado, por sua vez, regulam vários aspectos do planejamento e da coordenação

³ As áreas secundárias são chamadas de **unimodais**, porque estão ligadas a uma determinada modalidade sensorial. Já uma área terciária é **supramodal**, porque não tem relação com qualquer modalidade sensorial em particular.

da motricidade. O aprofundamento desses conhecimentos pode ser feito, caso necessário, por meio das leituras sugeridas.

É bom salientar, concluindo, que essencialmente todas as funções do sistema nervoso dependem do funcionamento de suas células, os neurônios, que se organizam em cadeias ou circuitos que interagem para dar origem a todas as funções nervosas, incluindo aquelas que dão suporte aos nossos processos mentais.

RESUMO

- 1 O cérebro é a porção mais importante do sistema nervoso e atua na interação do organismo com o meio externo, além de coordenar suas funções internas.
- 2 O sistema nervoso funciona por meio dos neurônios, células especializadas na condução e no processamento da informação. Os neurônios conduzem a informação por meio de impulsos elétricos que percorrem sua membrana e a passam a outras células por meio de estruturas especializadas, as sinapses, onde é liberado um neurotransmissor.
- 3 Os neurônios formam circuitos complexos entre si e se agrupam no interior do sistema nervoso nas áreas de substância cinzenta. No cérebro, a região de substância cinzenta mais importante é o córtex cerebral, responsável pelas sensações conscientes e pelos movimentos voluntários.
- 4 As vias sensoriais chegam ao cérebro por meio de cadeias neuronais, que levam a informação até uma região do córtex, que é específica para o processamento daquela modalidade sensorial.
- 5 A via motora voluntária também é constituída por uma cadeia neuronal que tem origem no córtex motor e termina em contato com os músculos esqueléticos.
- 6 O córtex cerebral se organiza em unidades funcionais com regiões primárias, secundárias e terciárias, que atuam de forma hierárquica para permitir a interação com o ambiente e o processamento das funções nervosas superiores.
- 7 O comportamento humano é função da atividade dos circuitos neuronais que funcionam em diversas áreas do sistema nervoso.

6

ALLEGRO MODERATO

Neste capítulo, veremos as emoções, observando sua importância biológica e seu processamento pelas estruturas nervosas, bem como suas relações com a cognição e a aprendizagem.

A EMOÇÃO E SUAS RELAÇÕES COM A COGNIÇÃO E A APRENDIZAGEM

Embora todos saibamos, intuitivamente, o que são as emoções e possamos dar exemplos delas, como alegria, raiva, medo ou tristeza, é comum haver dificuldade em conceituá-las ou explicar para que servem. Do ponto de vista que aqui nos interessa, as emoções são fenômenos que assinalam a presença de algo importante ou significativo em um determinado momento na vida de um indivíduo. Elas se manifestam por meio de alterações na sua fisiologia e nos seus processos mentais e mobilizam os recursos cognitivos existentes, como a atenção e a percepção. Além disso, elas alteram a fisiologia do organismo visando uma aproximação, confronto ou afastamento e, frequentemente, costumam determinar a escolha das ações que se seguirão.

As emoções atuam como um sinalizador interno de que algo importante está ocorrendo, e são, também, um eficiente mecanismo de sinalização intragrupal, já que podemos reconhecer as emoções uns dos outros e, por meio delas, comunicar situações e decisões relevantes aos demais indivíduos ao nosso redor. Não só os seres humanos, mas também os animais são capazes de perceber as respostas emocionais dos seus semelhantes e reagir prontamente. Claro que isso tem um valor de sobrevivência, pois o medo demonstrado por um membro do grupo pode



servir de aviso para que todos respondam sem demora, de forma a fazer face ao perigo que se apresenta.

Charles Darwin, o criador da teoria da evolução, já havia chamado a atenção para a importância das expressões emocionais no comportamento animal, e as pesquisas posteriores vieram demonstrar que as expressões faciais relativas às emoções básicas (alegria, tristeza, medo, raiva, surpresa e asco ou desprezo) são invariáveis nas diversas culturas humanas, o que as torna facilmente identificáveis, mesmo para indivíduos de culturas distantes. O fenômeno emocional tem raízes biológicas antigas e foi mantido na evolução exatamente por seu valor para a sobrevivência das espécies e dos indivíduos.

Na nossa cultura, as emoções costumam ser consideradas um resíduo da evolução animal e são tidas como um elemento perturbador para a tomada de decisões racionais. Acredita-se que os seres humanos deveriam controlar suas emoções para que a razão prevaleça. Na verdade, as neurociências têm mostrado que os processos cognitivos e emocionais estão profundamente entrelaçados no funcionamento do cérebro e têm tornado evidente que as emoções são importantes para que o comportamento mais adequado à sobrevivência seja selecionado em momentos importantes da vida dos indivíduos. A ausência das emoções nos tornaria como inexpressivos robôs andróides, como se vê em muitas obras de ficção científica. E a vida perderia muito em colorido e sabor.

As emoções envolvem **respostas periféricas** que podem ser percebidas por um observador externo: aumento do estado de alerta, desassossego, dilatação da pupila, sudorese, lacrimejamento, alteração da expressão facial, entre outras manifestações. Além disso, há modificações corporais internas que são percebidas pelo sujeito, tais como o coração disparado, um “frio no estômago” ou um “nó na garganta”. Essas respostas fisiológicas são acompanhadas por um **sentimento emocional**, ligado ao universo afetivo do organismo: euforia, desânimo, irritação, etc. Além disso, na maioria das vezes, podemos identificar a emoção que estamos sentindo: amor, medo, ódio, ciúme, decepção, etc. Admite-se que esta **consciência emocional** esteja presente apenas na nossa espécie, enquanto os outros animais, ou pelo menos os mamíferos, são capazes de experimentar os demais aspectos do fenômeno emocional, ou seja, as respostas periféricas e o sentimento emocional. Nesse sentido, as emoções dos animais são um pouco diferentes da emoção humana.

Todos esses acontecimentos, observáveis ou não, têm origem no cérebro, e cada um deles é processado em distintos circuitos e sistemas, como passaremos a examinar. Como vimos no Capítulo 1, os órgãos dos sentidos enviam as informações relevantes até o cérebro por meio de circuitos neuronais. Se um estímulo importante, com valor emocional, é captado, ele pode mobilizar a atenção e atingir as regiões

corticais específicas, onde é percebido e identificado, tornando-se consciente. As informações são então direcionadas a uma região de substância cinzenta subcortical do lobo temporal, a **amígdala** cerebral (ou núcleo amigdalóide), cuja forma lembra uma amêndoa (amígdala = amêndoa, em latim) (Fig. 6.1). A amígdala costuma ser incluída em um conjunto de estruturas encefálicas conhecido como sistema límbico, ao qual se atribui o controle das emoções e dos processos motivacionais.

Ela é um aglomerado de neurônios de organização complexa, que tem múltiplas conexões com outras áreas do sistema nervoso. Através dessas conexões a amígdala age como um centro coordenador, que dispara comandos que poderão provocar, por exemplo, o aumento da vigilância e as modificações viscerais (taquicardia, sudorese, dilatação da pupila), além de promover a secreção de hormônios da glândula suprarrenal, que têm papel importante nas emoções como o

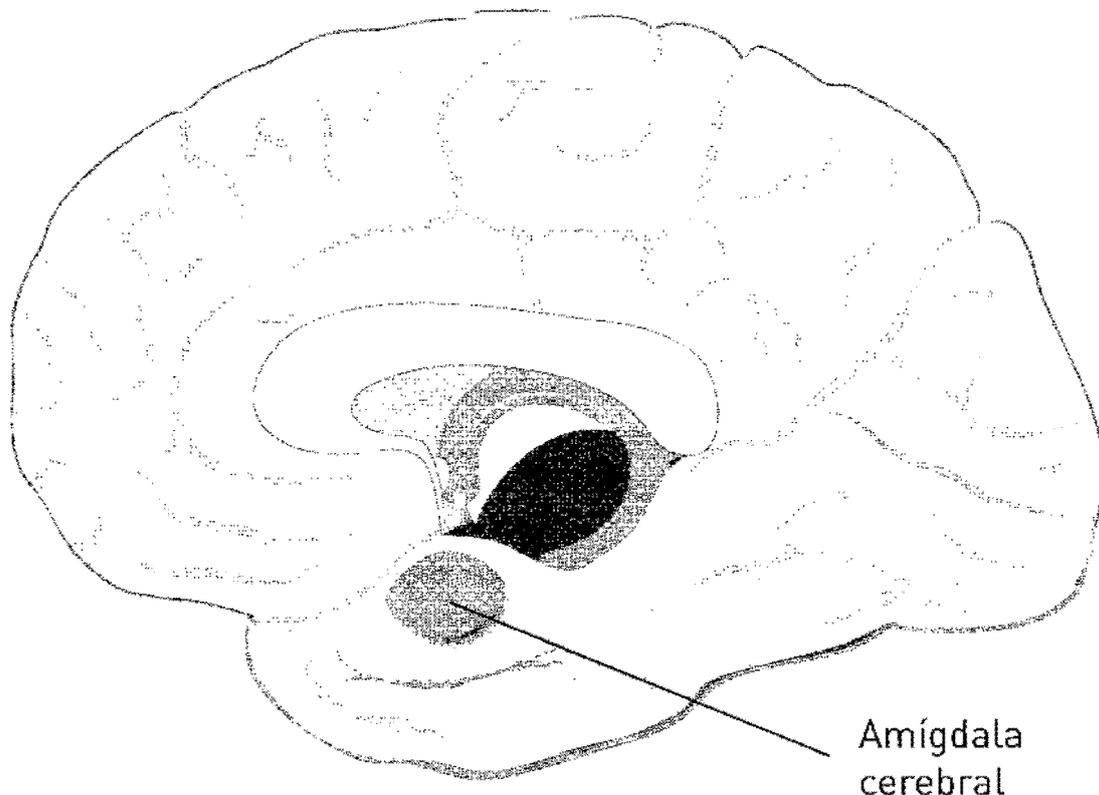


FIGURA 6.1

A figura mostra a localização da amígdala cerebral, que é um grupamento neuronal importante para a integração do processamento das emoções no cérebro.



medo ou a raiva¹. A amígdala interage também com o córtex cerebral, permitindo que a identificação da emoção seja feita, e podendo ocasionar, além disso, o aparecimento e a persistência de um determinado estado de humor.

Imaginemos a situação em que a professora chega à sala de aula com uma pilha de provas e anuncia uma avaliação inesperada. Certamente a amígdala cerebral dos seus alunos entrará em ação, provocando o aparecimento das respostas e sentimentos acima mencionados.

A amígdala é importante ainda na aprendizagem das reações de medo e na identificação das expressões faciais a ele relacionadas. Pessoas ou animais em que a amígdala foi lesada geralmente não identificam os sinais de perigo emitidos pelos seus semelhantes e têm dificuldade de reagir adequadamente a situações ameaçadoras.

No nosso cotidiano, as informações sensoriais que nos chegam podem ser neutras ou vir acompanhadas de uma valência emocional, negativa ou positiva. Um cachorro pode ser apenas mais um dado no ambiente, mas pode provocar uma sensação agradável, se for nosso animal de estimação, ou ainda infundir medo e apreensão se for um animal que sabemos ser perigoso. Essa valência emocional é acrescentada quando a informação atinge as regiões, como a amígdala, encarregadas do processamento das emoções.

Um fato importante revelado pelas pesquisas é que um determinado estímulo, que tenha valor emocional, pode afetar o cérebro de duas maneiras distintas. A primeira, que é mais lenta, segue as vias sensoriais até o córtex cerebral, sendo a informação depois enviada à amígdala, como já descrevemos. Nesse caso, podemos dizer que o cérebro primeiro identifica o estímulo – “o que é?” – e depois o avalia – “qual a importância para mim?”. Ao mesmo tempo, porém, existe uma segunda via nervosa que, após seguir inicialmente as mesmas vias sensoriais, segue direto à amígdala antes de chegar ao córtex cerebral. Nesse caso, as respostas emocionais periféricas são desencadeadas antes que o córtex cerebral tome conhecimento do estímulo (Fig. 6.2).

Isso significa que um pequeno detalhe do ambiente é capaz de ser identificado como mobilizador, ainda que passe despercebido aos processos conscientes. O córtex cerebral, nesse caso, ao perceber as respostas corporais desencadeadas, pode se confundir e identificar erroneamente a origem da emoção ao fazer asso-

¹ As modificações do nosso meio interno, inclusive a secreção dos hormônios, são feitas por intermédio do **hipotálamo**, uma pequena região situada bilateralmente no centro do cérebro e que coordena as ações viscerais e das glândulas endócrinas.

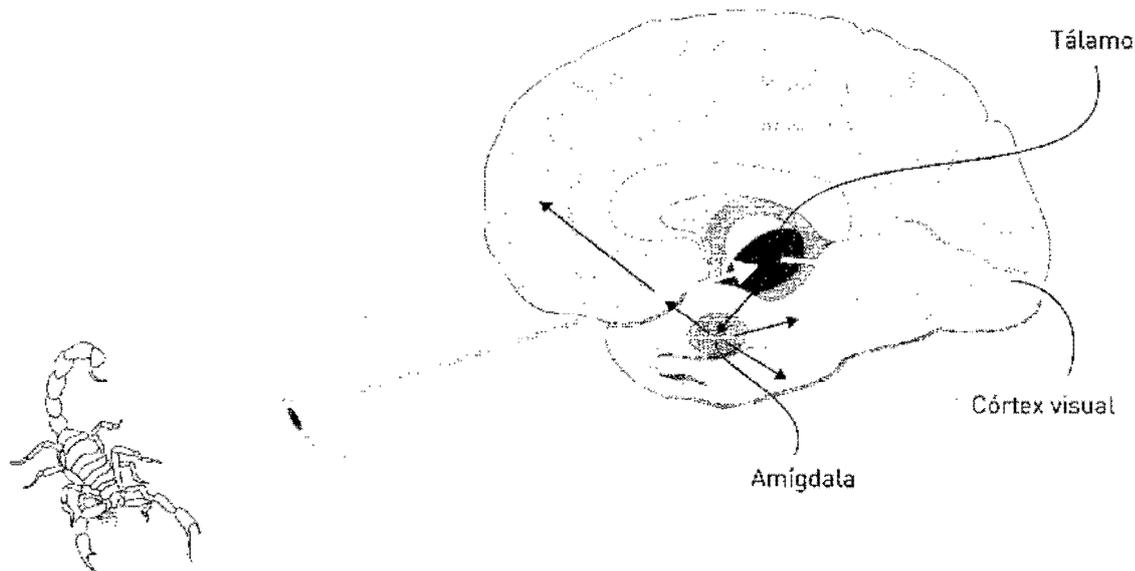


FIGURA 6.2

A figura mostra como um estímulo ameaçador pode ser informado diretamente ao córtex cerebral (setas brancas), ou pode ser levado por uma via alternativa, do tálamo até a amígdala. No segundo caso, podemos não ter consciência da origem das respostas emocionais desencadeadas a partir do comando exercido pela amígdala cerebral.

ciações com outros fatores ambientais imediatos que são percebidos conscientemente. Por exemplo, o professor pode ficar irritado devido ao fato de ter chegado atrasado na escola porque um pneu furou, mas achar que o motivo de sua irritação é o aluno indisciplinado presente na sala de aula.

Pode-se mesmo confundir a emoção que estamos sentindo, já que emoções distintas podem ter as mesmas respostas periféricas, como a taquicardia e a secreção lacrimal, por exemplo. Nosso coração se acelera quando estamos com raiva, mas também quando estamos alegres. Podemos chorar por alegria ou por tristeza. Por isso mesmo, é bom prestar atenção às nossas emoções, sabendo que o autoconhecimento emocional é, na verdade, uma habilidade que pode ser aprendida e aperfeiçoada.

A amígdala tem sido muito estudada no seu envolvimento com as emoções com valência negativa, como o medo e a raiva, mas parece também estar envolvida no desencadeamento das emoções positivas, como a sensação de bem-estar e prazer. Nesse caso, no entanto, outras estruturas cerebrais têm participação mais



importante. Dentre elas se destacam as que participam de um circuito dopaminérgico (que utiliza a dopamina como neurotransmissor) que se origina em neurônios do mesencéfalo, uma região situada um pouco abaixo do cérebro. Esses neurônios se comunicam com muitas estruturas, mas têm como um dos seus alvos principais uma região da base do cérebro que tem o estranho nome de **núcleo acumbente**, cujos neurônios, por sua vez, se conectam ao córtex pré-frontal (Fig. 6.3). Estimulações dessa via provocam sensação de prazer e bem-estar. Em situações experimentais, nas quais os animais têm eletrodos implantados no núcleo acumbente de modo que podem se estimular nessa região pressionando uma alavanca, eles costumam fazer isso com uma alta frequência, preferindo mesmo essa estimulação a outras recompensas, como o alimento ou o sexo.

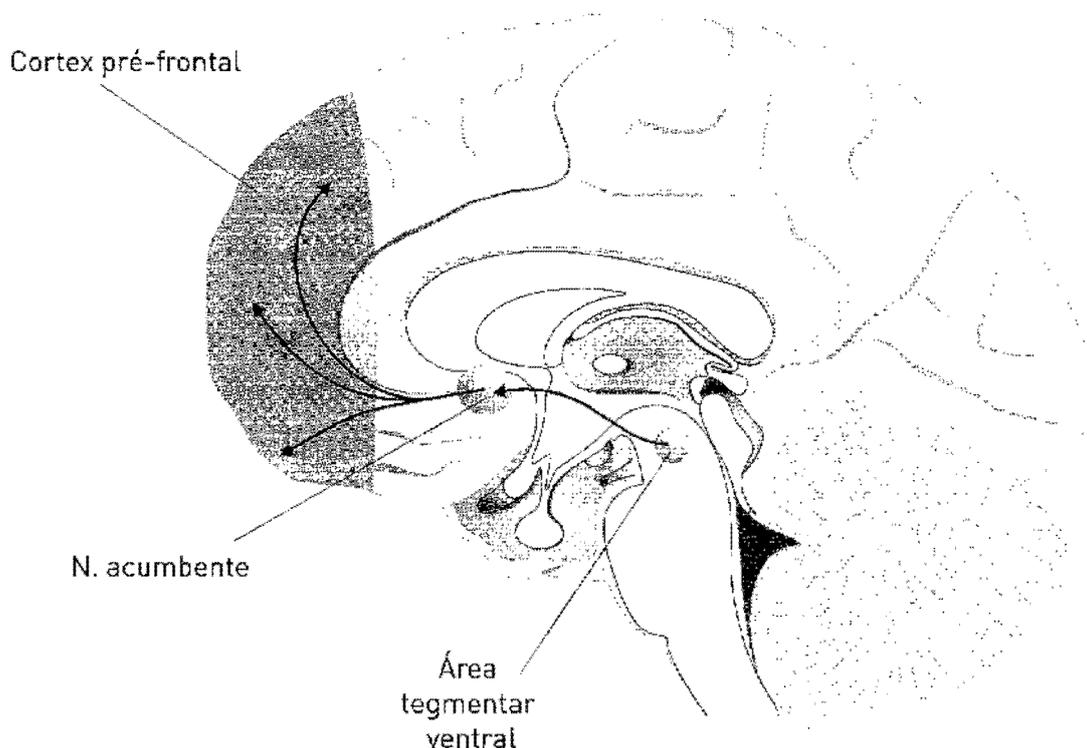


FIGURA 6.3

Visão esquemática do circuito dopaminérgico que tem origem no mesencéfalo e, passando pelo núcleo acumbente, chega até o córtex pré-frontal. Esse circuito é importante na regulação dos processos motivacionais. [Modificado de Cosenza, 2005]



Tudo indica que esse circuito desenvolveu-se como um mecanismo importante para o desencadeamento e a regulação de comportamentos que levam à saciação de necessidades, como a alimentação ou a reprodução. Portanto, trata-se de uma estrutura vital para a sobrevivência dos organismos e das espécies. Esse circuito está ligado ao fenômeno que chamamos de motivação.

A motivação parece ser resultante de uma atividade cerebral que processa as informações vindas do meio interno (fome, dor, desejo sexual) e do ambiente externo (oportunidades e ameaças) e determina o comportamento a ser exibido. A motivação não se refere a comportamentos reflexos ou localizados, mas envolve a aprendizagem e outros processos cognitivos que se encarregam da organização das ações que melhor garantam a sobrevivência. Geralmente, mais de uma alternativa comportamental está disponível, e o processamento deve ser capaz de fazer escolhas e priorizar o comportamento mais adequado para aquela situação.

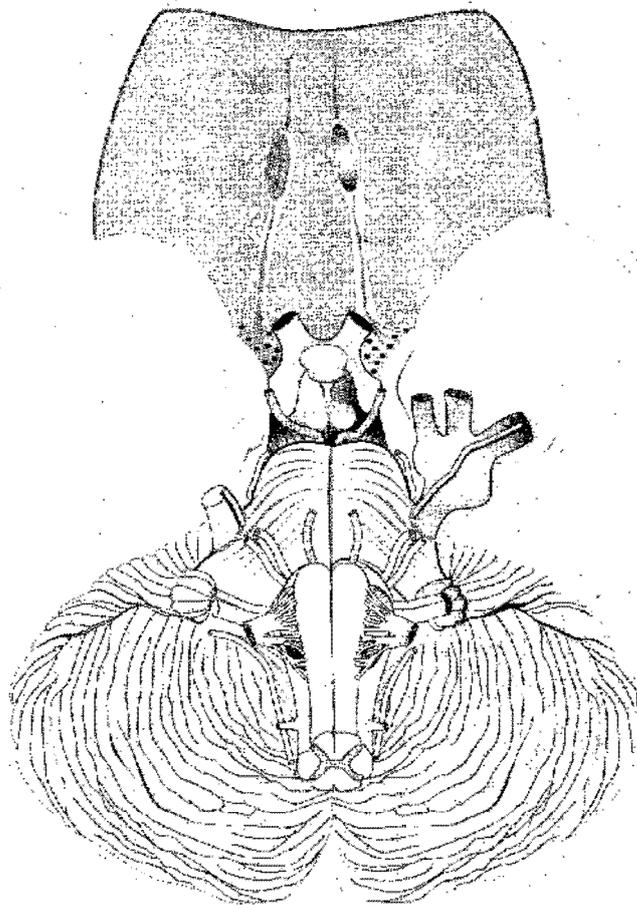
A maioria dos comportamentos motivados, direcionados para um objetivo, é aprendida. A própria obtenção da comida e água, quando estamos famintos ou sedentos, obedece a esta regra. Mesmo o recém-nascido irá selecionar alguns comportamentos que foram bem-sucedidos para esse fim e tenderá a repeti-los no futuro. Nossas motivações nos levam a repetir as ações que foram capazes de obter recompensa no passado ou a procurar situações similares, que tenham chance de proporcionar uma satisfação desejada no futuro. Portanto, ela é muito importante para a aprendizagem em geral. A liberação de dopamina em algumas regiões cerebrais parece estar associada a esse tipo de recompensa, que leva à aprendizagem.

É interessante notar que a maior parte das drogas que causam dependência ou abuso, como a cocaína, por exemplo, atuam estimulando as sinapses desses circuitos dopaminérgicos, o que provoca um prazer espúrio, que toma de empréstimo as sensações desenvolvidas durante a evolução para promover a manutenção da vida. A droga ativa o sistema de recompensa e leva o indivíduo a repetir o comportamento que desencadeou aquela sensação, ainda que ele não tenha qualquer ligação com as necessidades vitais do organismo. Os adolescentes, cujo cérebro está passando por grandes transformações, costumam ser particularmente vulneráveis à ação das drogas.

As emoções, portanto, são importantes para os seres humanos da mesma forma que para os outros animais. Contudo, diferentemente deles, somos capazes de tomar consciência desses fenômenos, podendo identificá-los e rotulá-los. Além disso, somos capazes de aprender a controlar algumas de nossas reações emocionais de acordo com as conveniências sociais. De fato, as emoções não são, por si mesmas, boas ou más como muitas vezes nos querem fazer acreditar, mas a forma como lidamos com elas pode fazer diferença em nossas relações sociais.

Ao longo do processo educacional, aprendemos a controlar a expressão de nossas emoções de forma aceitável socialmente, como quando orientamos uma criança a não bater no colega que tomou o seu brinquedo, mas sim conversar com ele, como forma de resolver a situação. Também aprendemos a pesar as consequências dos comportamentos sugeridos por nosso sentimento emocional quando prevenimos o adolescente de que flertar com a namorada do colega mais forte pode ter um efeito desagradável para o seu bem-estar.

Aqui, entra em cena a importância da interação entre os processos cognitivos e emocionais no cérebro, para a qual tem papel primordial uma região do córtex pré-frontal situada logo acima das órbitas e por isso mesmo denominada **área orbitofrontal** (Fig. 6.4). Ela atua analisando e integrando os avisos emocionais provenientes da amígdala ou outras informações vindas, por exemplo, das vísceras, assim como os dados enviados por outras regiões corticais relacionados com experiências anteriores registradas na memória. Tudo isso gera um contexto que vai determinar que comportamentos podem ser desencadeados ou devem ser inibi-



↪ **FIGURA 6.4**

A área mais escura delimita a porção do córtex pré-frontal denominada região orbital ou orbitofrontal, que se localiza na face inferior do cérebro.



dos. Podemos inibir uma reação de raiva frente a um superior hierárquico ou ceder um copo de água, ainda que sedentos, para alguém por quem temos consideração.

Indivíduos com lesões pré-frontais orbitais, embora inteligentes e normais em outros aspectos do comportamento, podem agir de forma inadequada, com reações exageradas, insuficientes ou totalmente impróprias ao contexto social. Eles são incapazes de levar em conta as consequências dos próprios atos no futuro e não conseguem avaliar o sentimento emocional ou o sofrimento que suas ações podem causar em outros. Geralmente prejudicam a si próprios e podem mesmo se tornar socialmente perigosos. São um exemplo eloquente de como a emoção influencia nossos processos cotidianos de tomada de decisão.

Um fato importante a ser considerado é que o córtex pré-frontal é lento no seu desenvolvimento e até a adolescência não está maduro, inclusive na sua capacidade de inibir impulsos. Por outro lado, durante a adolescência, alterações nesses circuitos motivacionais costumam aumentar o comportamento que busca novidades, pois é importante experimentar o que oferece o mundo adulto, o que possibilitará a aprendizagem de tomadas de decisões mais apropriadas. Contudo, um aumento da disposição para novas experiências acoplado a uma capacidade inibidora ainda imatura pode predispor ao aparecimento de ações impulsivas e comportamentos de risco, inclusive a experimentação com as drogas.

Sem dúvida, as emoções são um fenômeno central de nossa existência e sabemos que elas têm grande influência na aprendizagem e na memória. Têm sido muito estudadas as chamadas memórias de *flashbulb*, que poderíamos traduzir como memórias instantâneas. São as lembranças relacionadas a um fato marcante na vida das pessoas. Nos Estados Unidos tem sido usado para estudo, por exemplo, o episódio do ataque às torres gêmeas de Nova York. Geralmente as pessoas se recordam com muita nitidez do que estavam fazendo nesses momentos e tendem a guardar essas lembranças por mais tempo (ainda que elas também sofram o processo de desgaste e reconstrução, como relatado no Capítulo 5). Elas são mais uma evidência de que as emoções servem também para facilitar o processo de memorização. Podemos imaginar que uma zebra que tenha escapado do ataque de um leão terá vantagens em se recordar da estratégia utilizada para escapar, já que ela foi eficiente para mantê-la viva.

Sabemos que nos momentos em que experimentamos uma carga emocional ficamos mais vigilantes e que nossa atenção está voltada para os detalhes considerados importantes, pois as emoções controlam os processos motivacionais. Além disso, sabe-se que a amígdala interage com o hipocampo e pode mesmo influenciar o processo de consolidação da memória. Portanto, uma pequena excitação pode ajudar no estabelecimento e conservação de uma lembrança.

Contudo, é preciso lembrar que, por outro lado, as emoções podem ser prejudiciais, pois a ansiedade e o estresse prolongados têm um efeito contrário na aprendizagem. A própria atenção pode ser prejudicada por eles, sendo que, em situações estressantes, os hormônios glicocorticoides secretados pela suprarrenal atuam nos neurônios do hipocampo, chegando a destruí-los.

Por tudo isso, as emoções precisam ser consideradas nos processos educacionais. Logo, é importante que o ambiente escolar seja planejado de forma a mobilizar as emoções positivas (entusiasmo, curiosidade, envolvimento, desafio), enquanto as negativas (ansiedade, apatia, medo, frustração) devem ser evitadas para que não perturbem a aprendizagem.

O conhecimento fornecido pelas neurociências pode então indicar algumas direções, ainda que não exista uma receita única a ser seguida: o ambiente escolar deve ser estimulante, de forma que as pessoas se sintam reconhecidas, ao mesmo tempo em que as ameaças precisam ser identificadas e reduzidas ao mínimo. Usando o andamento dos tempos musicais como metáfora, podemos dizer que o ideal é que o ambiente na escola seja *allegro moderato*, ou seja, estimulante e alegre, mas que permita o relaxamento e minimize a ansiedade.

Considerando a tendência gregária dos adolescentes, é bom estimular a confiança no grupo e estimular os trabalhos em colaboração. Na sala de aula, são importantes os momentos de descontração, e para isso pode-se fazer uso do humor, das artes e da música nos momentos adequados.

O estresse deve ser identificado e evitado. As situações que mais frequentemente causam estresse são aquelas em que o indivíduo se julga desamparado, quando encontra dificuldades que não consegue superar ou julga que são incontornáveis. Ameaças ou chacotas vindas de colegas ou do próprio professor, excessos na disciplina ou no processo de avaliação, bem como dificuldades acadêmicas mal resolvidas podem ser fonte de estresse.

É bom estar atento não só às emoções dos alunos, mas também às próprias emoções. A linguagem emocional é corporal antes de ser verbal, e muitas vezes a postura, as atitudes e o comportamento do educador assumem uma importância da qual não nos damos conta. Por causa desses fatores, o que é transmitido pode ser bem diferente do que se pretendia ensinar.

Outra inferência importante tem relação com o fato de que as emoções, como vimos, podem ter origem inconsciente e serem atribuídas a outras fontes ou outro contexto. Assim, a origem das reações emocionais na escola pode estar relacionada com problemas externos, originados, por exemplo, no contexto familiar ou social.

Já vimos que é preciso e é possível aprender a lidar de forma adequada com nossas emoções. Elas são inevitáveis, mas podemos ter controle da maneira como reagimos a elas. Essa capacidade tem sido chamada, por alguns autores, de “inte-

ligência emocional” e está ligada ao conceito de funções executivas, que estudaremos no Capítulo 7. A adequada expressão das emoções deve ser respeitada e desenvolvida, o que contribui, certamente, para o aumento da aprendizagem, a diminuição dos problemas de disciplina e para a preparação de indivíduos mais capazes de viver a vida em sociedade e de atingir a plenitude de realização pessoal.

RESUMO

- 1 As emoções assinalam a presença de um evento importante na vida dos animais. Elas têm valor de sobrevivência para o indivíduo e a espécie.
- 2 As emoções envolvem respostas fisiológicas periféricas, um sentimento afetivo e ainda uma consciência emocional que nos permite identificá-las.
- 3 A amígdala é um centro nervoso regulador dos processos emocionais. As emoções positivas envolvem também um circuito dopaminérgico que vai do mesencéfalo ao cérebro. Esse circuito está envolvido no fenômeno da motivação, que é importante para a aprendizagem.
- 4 Um estímulo emocional pode atingir o córtex cerebral antes das informações sensoriais conscientes. Nesse caso, podemos identificar erroneamente a emoção que sentimos ou sua causa.
- 5 As emoções são inevitáveis, mas podemos aprender a controlar as respostas que tendem a desencadear, bem como aperfeiçoar o autoconhecimento emocional.
- 6 O córtex orbitofrontal é importante no controle social das respostas emocionais e cuida da associação do processamento emocional com o processamento cognitivo ou racional no cérebro.
- 7 As emoções podem facilitar a aprendizagem, mas o estresse tem efeito contrário.
- 8 O ambiente escolar deve ser planejado para facilitar as emoções positivas e evitar as emoções negativas.
- 9 É aconselhável criar condições que levem a um maior autoconhecimento emocional e orientem para uma adequada manifestação das respostas emocionais nas interações sociais.