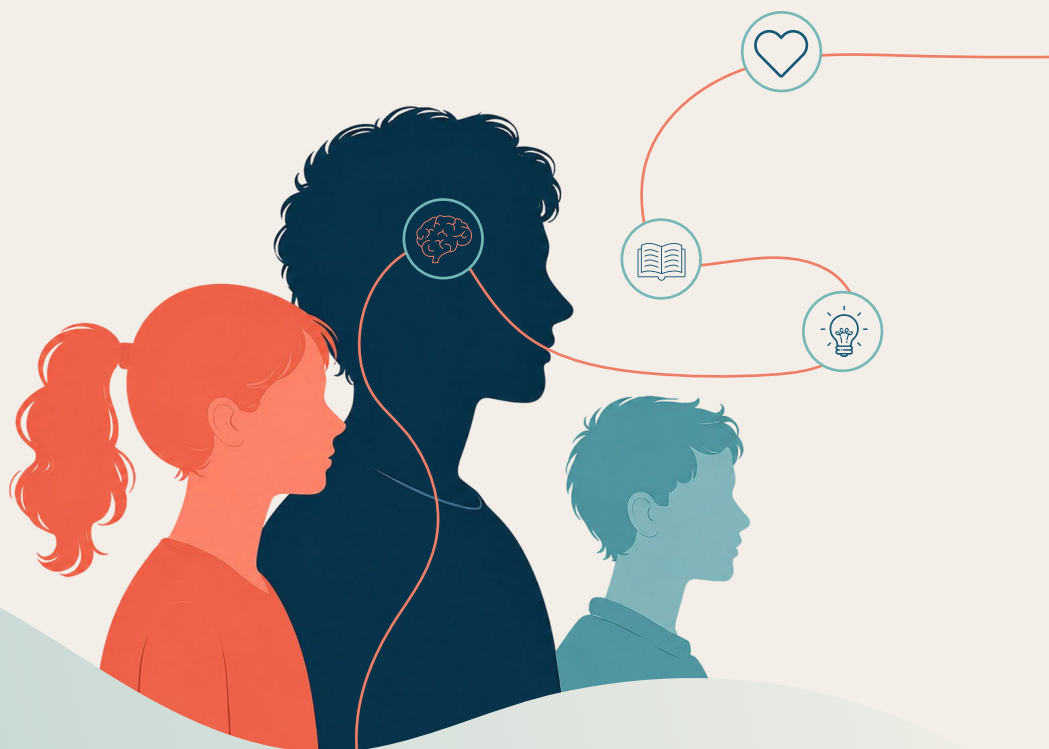


Educar na Neuroadolescência:

um guia para responsáveis e professores
com base na **ciência do cérebro**



Marcello Lasneaux

Educar na Neuroadolescência:

um guia para responsáveis e professores com base na ciência do cérebro

Marcello Lasneaux

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE BRÁSILIA
EDITORA IFB

REITORIA

Veruska Ribeiro Machado

PRÓ-REITORA DE ENSINO

Rosa Amélia Pereira da Silva

PRÓ-REITORA DE EXTENSÃO E CULTURA

Diene Ellen Tavares Silva

PRÓ-REITORA DE PESQUISA E INOVAÇÃO

Simone Braz Ferreira Gontijo

PRÓ-REITORA DE ADMINISTRAÇÃO

Cláudia Sabino Fernandes

PRÓ-REITOR DE GESTÃO DE PESSOAS

José Anderson de Freitas Silva

CONSELHO EXECUTIVO

Aryane Tada Ferreira Santos

Augusta Rodrigues de Oliveira Zana

Bruno Marx de Aquino Braga

Consuelo Barreto Fernandes

Eryc de Oliveira Leão

Gecyclan Rodrigues Santana

Glauco Vaz Feijó

Jessiane Fontenele Guilherme

Lauanda Beatriz Matos Costa

Leonardo Rodrigues Miranda

Maria de Fátima Félix Nascimento

Mariela do Nascimento Carvalho

Ricardo Teles

Rute Nogueira de Moraes Bicalho

Vanessa de Deus de Mendonça

COORDENAÇÃO DE PUBLICAÇÕES

Daniele dos Santos Rosa

PRODUÇÃO EXECUTIVA

Jefferson Sampaio de Moura

DIAGRAMAÇÃO E CAPA

Taian Argolo

REVISÃO TEXTUAL

Andréia Ferreira Vieira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

L345e Lasneaux, Marcello

Educar na neuroadolescência: um guia para responsáveis e professores com base na ciência do cérebro / Marcello Lasneaux. – Brasília: Editora IFB, 2026.

40 p. : il. color. ; PDF; 4 MB.

Edição impressa e digital

ISBN (físico) : 978-65-6074-077-8

ISBN (digital) : 978-65-6074-076-1

1. Desenvolvimento do adolescente. 2. Neurociência. 3. Cronobiologia. 4. Neuropsicologia cognitiva. I. Título. II. Série.

CDU 159.922.8

Catalogação na fonte: Aryane Tada F. Santos CRB/1-2640.

2026 - Editora IFB

Obra produzida com apoio do Edital 12/2025 PRPI - Apoio a Publicações de Obras Livretos
Todos os direitos reservados



A exibição das informações, as opções e os conceitos emitidos
na obra são de exclusiva responsabilidade dos autores.
Todos os direitos desta publicação são reservados à Editora IFB.
É permitida a publicação parcial ou total desta obra, desde que
citado o nome. É proibida a venda desta publicação.



REITORIA - Setor de Autarquias Sul
Q. 2, Bloco E - Edifício Siderbrás
CEP: 70.070-20 | Asa Sul, Brasília - DF
www.ifb.edu.br
☎ +55 (61) 2103-2108
✉ editora@ifb.edu.br

Em homenagem e em defesa de todas as adolescências do mundo. Eles não são um "vir-a-ser". Eles já são!



Sumário

Apresentação	3
1. Puberdade, adolescência e neuroadolescência	6
2. Arquitetura do cérebro adolescente	11
3. Plasticidade e reorganização neural	16
4. Emoção, recompensa e impulsividade	19
5. Sono, ritmo biológico e função cognitiva	22
6. Memória, atenção e capacidade de aprender	26
7. Estresse e emoções	39
8. Cultura digital, cérebro e comportamento	32
9. Estratégias práticas para responsáveis e educadores	35
Conclusão	37
Referências	38

Apresentação

Inspirado na metáfora frequentemente atribuída a Leslie Hart, ensinar sem compreender como o cérebro aprende seria como projetar uma luva sem conhecer a forma da mão (HART, 1983). Foi com essa justificativa que este livro foi organizado. Apesar de as neurociências terem começado no século XIX, seu potencial vem aumentando desde a década de 1970, com o advento dos exames de imagem do cérebro. Nesse contexto, seria possível falar de diversas temáticas e de diferentes momentos do desenvolvimento humano; Ainda assim, uma categoria geracional que é fascinante foi a escolhida: a adolescência.

Uma parte importante da adolescência acontece na escola. Em tempos digitais, os desafios das salas de aula são relatados nas salas dos professores, nos conselhos de classe e entre coordenadores, diretores e psicólogos. Seja nos anos finais do ensino fundamental, no ensino médio regular ou no ensino profissionalizante, as relações com os adultos nem sempre são boas. Quando atendemos os responsáveis na escola, ou até mesmo os estudantes, percebemos claramente que muitas dessas interações nem sempre estão sendo cordiais, afetivas e respeitadas. Em síntese, tem muita gente pedindo ajuda.

É este o objetivo deste livro: proporcionar conhecimento neurocientífico em uma narrativa compreensível para todos e apontar algumas estratégias para melhores relações na neuroadolescência. Com vínculos mais saudáveis, os resultados individuais e sociais tendem a melhorar, assim como as tomadas de decisão.

A neurociência pode auxiliar como elemento de destaque no desafio de educar na neuroadolescência. Fico aqui torcendo para que as próximas páginas sejam transformadoras.

Capítulo

01

Puberdade, adolescência e neuroadolescência

Nos Estados Unidos, em uma região próxima de São Francisco, existe uma cadeia de montanhas onde se encontra o sistema de cavernas chamado *Moaning Caverns* ("Cavernas dos Gemidos").¹ Esse sistema começa com uma descida estreita de aproximadamente 10 metros, seguida por uma queda vertical de 55 metros. A equipe que cuida da área, que hoje recebe inúmeros visitantes, encontrou diversos corpos humanos antigos no fundo dessa queda. Como os habitantes originais da região não realizavam sacrifícios humanos como parte de sua cultura, supõe-se que as pessoas tenham despençado daquela altura por confiarem que no local não havia perigo capaz de colocar suas vidas em risco. Os esqueletos encontrados eram todos de adolescentes (MOANING CAVERNS, s.d.).

Examinando a história anterior, procuramos uma resposta para o fato de que todos os esqueletos eram de adolescentes. Seria uma coincidência? Ou se trata de riscos não presumidos?

Ao longo deste livro, veremos que os adolescentes estão propensos a assumir mais riscos do que os adultos. As estatísticas demonstram essa correlação, e a neurociência apresenta as explicações. Há uma dificuldade em perceber como determinado comportamento pode gerar uma consequência ruim, que seria evitada em função de uma análise prévia. Na história das cavernas, os adolescentes poderiam ter considerado que a possibilidade de queda era alta e que não possuíam dados que reduzissem esse risco, mas optaram por assumi-lo.

Ávidos por novidades, sedentos por serem aceitos em grupos, entre desligamentos e religamentos sociais, com dificuldades de regulação emocional, bagunceiros, intensos. O quanto a ciência pode explicar diversos desses comportamentos (ou a falta deles) com base no que vamos chamar de neuroadolescência, isto é, a adolescência vista sob o prisma da neurociência? Iniciaremos com a distinção entre conceitos muito utilizados nesse campo: puberdade, adolescência e neuroadolescência.

Puberdade. Período de mudanças psicofisiológicas que ocorre entre a infância e a fase adulta em resposta a processos hormonais: a hormonização. Embora, durante esse período, o corpo de muitas pessoas seja influenciado por hormônios como a testosterona e o estrógeno, é importante reconhecer que a puberdade pode ser vivenciada de diferentes maneiras por indivíduos com diversas identidades de gênero e orientações sexuais. As mudanças hormonais podem afetar a pele, a região genital, os ossos e outras partes do corpo, mas a experiência da puberdade é única para cada ser humano, incluindo aqueles que são cisgêneros, transgêneros, não binários e de outras identidades de gênero. Essa experiência particular ocorre, geralmente, entre os 12 e 17 anos.

¹ Os gemidos não são atribuídos a causas mitológicas ou sobrenaturais. Correspondem aos ruídos que ocorrem nas cavernas em função da passagem de ar.

Adolescência. Segundo o Estatuto da Criança e do Adolescente, o ECA, adolescente é "aquela [pessoa] entre doze anos e dezoito anos de idade" (BRASIL, 1990). O documento acrescenta que esses indivíduos "gozam de todos os direitos inerentes à pessoa humana, sem prejuízo de proteção integral" (BRASIL, 1990) e ainda afirma, em seu artigo 3º, que "é dever da família, da comunidade, da sociedade em geral e do poder público assegurar, com absoluta prioridade, a efetivação dos direitos inerentes à vida, à saúde, à alimentação, à educação, ao esporte, ao lazer, à profissionalização, à cultura, à dignidade, ao respeito, à liberdade e à convivência familiar e comunitária" (BRASIL, 1990).

Adolescências. Agora, no plural. A questão do par adolescente-adolescência na sociedade moderna tem despertado crescente interesse de diversas áreas do conhecimento, entre elas a Sociologia. A adolescência passou a ser abordada sob novas perspectivas a partir das décadas de 1980 e 1990, especialmente com o surgimento de investigações que questionam visões biologizantes, normativas e juridicamente restritivas sobre essa fase da vida (FURSTENBERG, 2000). Nesse contexto, delineia-se um campo analítico emergente que se dedica a repensar o lugar social do adolescente: uma sociologia das adolescências.

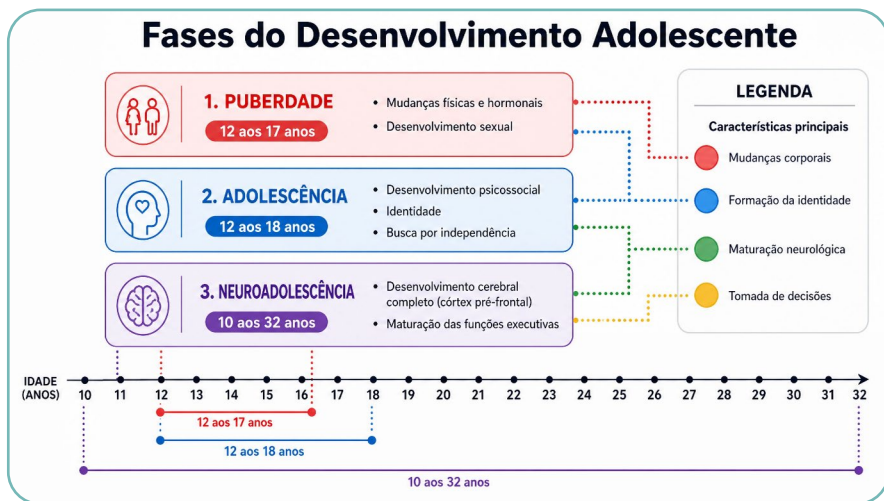
Essa abordagem rompe com concepções hegemônicas que compreendem a adolescência apenas como uma etapa de transição entre a infância e a vida adulta, marcada por um suposto desequilíbrio ou crise de identidade. Em vez disso, reconhece-se que as adolescências são múltiplas, historicamente situadas e socialmente construídas, e que o modo de "ser adolescente" varia de acordo com fatores como classe social, raça, gênero, território, sexualidade e pertença cultural.

Nesse marco, adolescentes não são compreendidos apenas como sujeitos em "devir" ou "em formação", mas como sujeitos sociais já atuantes, cujas experiências, práticas e significados precisam ser levados em consideração. Assim, a adolescência deixa de ser tratada como uma fase transitória universal para ser reconhecida como uma categoria social permanente, marcada por disputas simbólicas e políticas.

Diante da explicitude da importância dessa faixa etária, não há como resistirmos, negligenciarmos ou negarmos esforços para que a fase da adolescência seja cuidada em suas diversas dimensões — física, instrucional, emocional, entre outras. Deseja-se que, para isso, sejam desenvolvidos conhecimentos e habilidades para lidar com essa etapa, individualmente e de forma coletiva.

Neuroadolescência. Período que se inicia por volta dos 12 anos de idade e que pode se estender até os 32 anos de idade. A finalização dessa fase é determinada por um marcador neurocientífico: o amadurecimento total da região cerebral chamada de córtex pré-frontal (Figura 1).

Figura 1. Períodos relativos aos conceitos de puberdade, adolescência e neuroadolescência, segundo a literatura e documentações legais.



Fonte: elaborada pelo autor, com auxílio de inteligência artificial.

Dessa forma, a neurociência "discorda" da lei brasileira e de outros países (que invariavelmente usam a idade de 18 anos como delimitador da adolescência). Neste livro, que trata sobre a neuroadolescência, usaremos o corte representado fisiologicamente sobre a adolescência, que envolve o "adolescer" e o "adulter" (OUTEIRAL, 1994; 2003).²

Como a neurociência e seus achados podem nos ajudar a compreender a adolescência e nos apoiar com decisões suficientemente boas no relacionamento com os adolescentes, seja em casa, na sociedade ou na vida? Pretende-se aqui reportar importantes revelações neurocientíficas, embora com detalhamento breve, no intuito de desvendar a neuroadolescência e reorganizar o conceito, marcado por rótulos desnecessários, mitos e expectativas, os quais se manifestam em forma de crenças, preconceitos e invisibilidade.

Aqui, a intenção é que esse conhecimento signifique apoio, parceria e compreensão, para que os adolescentes se tornem os melhores adultos possíveis. Nessa perspectiva, ressalta-se a ideia de que, adaptando Korczak, eles não são as pessoas de amanhã; eles têm o direito de serem levados a sério (REVISTA CONTEMPORARTES, 2012).

A adolescência é um período frequentemente estigmatizado, especialmente pelos adultos, que, apesar de já terem vivenciado essa fase, tendem a reproduzir visões negativas e contraditórias sobre ela. Essa desrazão é um evento de difícil compreensão. É como se houvesse um desaparecimento da experiência do "ser adolescente", cuja análise hoje só fosse possível sob a régua do mesmo indivíduo, agora adulto. A "adulter" pare-

² Como proposto por José Outeiral em livros cujos títulos incluem os termos "adolescer" e "adulter"

ce condenar a adolescência, apesar de só ser possível por causa dela. "Aborrecentes", dizem muitos adultos, como foram cunhados, por exemplo, na minha geração. O que está por trás de toda essa significância é a evidente invisibilização da adolescência. Os adolescentes são vistos por muitos como frustrantes, tolos, impulsivos, destrutivos, auto-destrutivos, abnegados, autocentrados, insuportáveis, desafiadores, tediosos, dispersos, desinteressados, barulhentos. Mas também são incríveis, transformadores e inspiradores (SAPOLSKY, 2021).

A maioria de nós passou por essa fase sem muitos problemas, mas os jovens que estão no fundo da caverna indicam que nem sempre isso acontece. Este livro é destinado a famílias e educadores, com a intenção de compreender a adolescência na perspectiva neurocientífica, de modo a apoiá-los. Passemos a compreender como o cérebro está organizado e como ele é peculiar no adolescente.

Capítulo

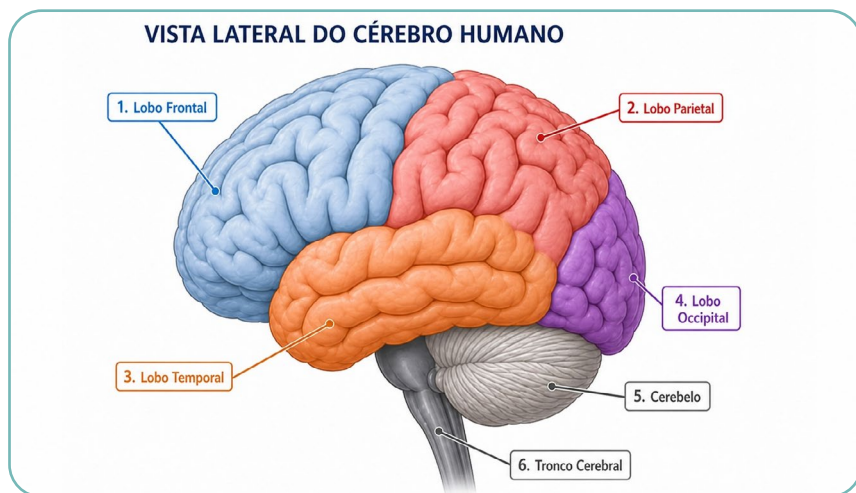
02

Arquitetura do Cérebro Adolescente

O neurobiólogo Robert M. Sapolsky, com seu conhecimento e suas comparações hilárias, afirma que, do ponto de vista da neurociência, a adolescência existe. Ele diz que "o cérebro do adolescente não é nem um cérebro infantil esquecido fora da geladeira, nem um cérebro adulto malcozido" (SAPOLSKY, 2021). Ora, com isso, podemos afirmar que o desenvolvimento cerebral passa por estágios nítidos, incluindo a adolescência. Há evidências científicas de que estamos diante de algo que tem características próprias e, portanto, não devemos tratar esse momento de modo igual ao que o antecede nem ao que o sucede. É esse estágio que chamaremos de neuroadolescência.

O cérebro apresenta quatro grandes divisões, os chamados lobos.³ São, portanto, os lobos: frontal, parietal, temporal e occipital (KANDEL *et al.*, 2014).

Figura 2. Esquema da organização dos lobos cerebrais. O lado esquerdo da figura corresponde a região frontal da cabeça.



Fonte: elaborada pelo autor, com auxílio de inteligência artificial.

Há muita integração entre os lobos. No entanto, eles têm algumas funções bem específicas. Damásio (1996, 2004) propôs que o corpo funciona como um "teatro das emoções", pois é nele que se manifestam as alterações fisiológicas que caracterizam as respostas emocionais. Em outra perspectiva, Baars (1988) comparou o funcionamento da consciência a um teatro, no qual a atenção atua como um holofote que ilumina aquilo que chega ao palco da consciência, enquanto inúmeros processos permanecem nos bastidores. Inspirados por essas analogias e buscando uma compreensão menos técnica, porém objetiva, vamos imaginar que o cérebro seja um teatro: o teatro cerebral.

O diretor é o lobo frontal! Ele é o responsável pelo planejamento, pela tomada de decisões e pela resolução de problemas, tendo como base a complexidade das situações

³ A escrita é lobo, mas a pronúncia, nesse caso, é com o primeiro "o" aberto como se fosse "lóbo".

que deve administrar, envolvendo atores, música, organização espacial, luz e ação. Ele traduz, em última instância, o que vem do roteiro: transforma ideias em atividade.

O lobo frontal tem esse nome porque fica na parte dianteira da cabeça. É responsável pela atenção, foco e julgamento. Seus gestuais e intervenções remetem também ao controle motor que realiza sobre o corpo. Nele se localiza a área de Broca⁴, que é fundamental para a linguagem. Sua ação é decisiva para o resultado final!

No lobo frontal, há uma região especial chamada de córtex pré-frontal. É nela que as funções mais complexas, incluindo as citadas anteriormente, acontecem: organização do conhecimento para tomada de decisão, adiamento de recompensa (ou de prazer), planejamento de longo prazo, regulação das emoções, controle da impulsividade, auto-crítica e autocensura. O córtex pré-frontal é dividido em partes, sendo duas delas especialmente importantes para a determinação do comportamento: uma está associada ao lado racional e a outra, ao emocional. Apesar de serem partes diferentes, trabalham intensamente juntas.

Continuando a analogia do teatro cerebral, o lobo parietal é o cenógrafo. Ele cuida da organização espacial, das texturas e das experiências do palco, advindas da atividade dos atores. No corpo humano, o lobo parietal é o responsável por perceber as diversas sensações (tato, dor, pressão etc.). Está ligado também ao processamento da linguagem e à nossa capacidade matemática. Além disso, é a região que consegue integrar a percepção sensorial, a atenção e o pensamento espacial.

O lobo temporal é o dramaturgo, aquele que tece a história, cria as narrativas e constrói os diálogos. Ele é o responsável pela linguagem, pela interpretação dos sons, pela compreensão da fala, pelo reconhecimento de rostos, objetos e padrões. Ele lida com as memórias.

O lobo temporal também atribui significado às experiências, conectando emoções, lembranças e conhecimentos adquiridos ao longo da vida. É nele que sons ganham sentido, palavras se transformam em ideias e acontecimentos cotidianos passam a fazer parte da nossa identidade, permitindo reconhecer pessoas, compreender contextos e aprender com o passado.

O lobo occipital é o iluminador, peça fundamental para que tudo seja visto da melhor forma possível. O lobo occipital fica na parte de trás da cabeça, isto é, em posição oposta ao frontal.

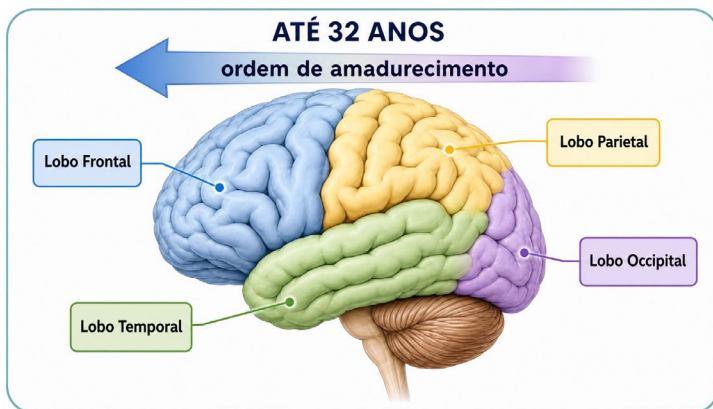
O nascimento do ser humano pode ser comparado ao momento em que a peça entra em cartaz. Antes desse momento, nosso desenvolvimento nervoso não é percebido integralmente, nem mesmo pela mãe gestante. No entanto, o teatro cerebral já entra em formação desde a terceira semana da gestação.⁵ Na 12ª semana, ele está com a estrutura básica pronta. A partir do nascimento, suas diversas partes continuam em desenvolvimento até atingirem a completude, que ocorre ao final de três décadas (ALLEN, 2009; SAPOLSKY, 2021).

⁴ De origem francesa, leia-se "brocá".

⁵ A gestação humana dura, aproximadamente, 40 semanas.

Podemos afirmar, com algumas aproximações, que os lobos cerebrais atingem seu desenvolvimento final de trás para frente. Chamamos isso de maturação assimétrica do cérebro.

Figura 3. Sentido do desenvolvimento dos lobos cerebrais.



Fonte: elaborada pelo autor, com auxílio de inteligência artificial.

O primeiro lobo a se desenvolver é o occipital (o iluminador — o lobo associado à visão) e o último é o lobo frontal, especificamente a região pré-frontal. Esse desenvolvimento finaliza até os 32 anos de idade. Sem um córtex pré-frontal desenvolvido, a tomada de decisões fica prejudicada. Sapolsky (2021) ironiza dizendo que falta no adolescente a "voz" que diz: "se eu fosse você, não faria isso".

O circuito das emoções no cérebro humano é chamado de sistema límbico. O nome foi dado por Paul Broca e tem origem na palavra "limbus", que significa beira, borda, margem. Isso se deve ao fato de que essa estrutura, em forma de anel, fica entre duas grandes regiões do encéfalo: o cérebro propriamente dito e a região nervosa abaixo dele.

Para compreender a função do sistema límbico, retomemos a analogia com o teatro. O sistema límbico fica no limbo, entre a preparação e o espetáculo. Seria a coxia, aquele lugar onde os atores e as atrizes aguardam antes de darem início à peça. É nesse espaço que o frio na barriga aparece, momento em que as emoções estão à flor da pele.

Entre as diversas partes do sistema límbico, estão as amígdalas, que recebem esse nome por terem a forma de uma amêndoa.⁶ Sua participação no comportamento é muito presente. Elas são o nosso alarme cerebral e recebem informações muito rapidamente, antecipando-se ao córtex pré-frontal. Realizam um processamento ultrarrápido do momento, o que é muito bom, pois nos permitiu e nos permite reagir constantemente ao perigo antes que necessitemos pensar para tomar decisões.

⁶ Não se trata das amígdalas que são retiradas em algumas cirurgias na garganta como forma de tratar a amigdalite crônica. A amígdala cerebral fica dentro da cabeça. É dessa estrutura que estamos falando no trecho.

As amígdalas estão ligadas ao processamento do medo, detectando ameaças e ativando nosso sistema de "luta ou fuga". Em contrapartida, esse sistema é capaz de gerar medo ou não haveria de estar. Em algumas situações, as amígdalas associam estímulos neutros — como se aproximar de um grupo de galinhas ciscando, entrar em um elevador ou simplesmente caminhar no meio de muitas pessoas — a visões aterrorizantes (SAPOLSKY, 2021).

Elas também são responsáveis pelo processamento emocional geral, atuando nas sensações de alegria, prazer, tristeza, nojo, raiva, agressividade. O comportamento social também envolve as amígdalas: elas são capazes de fazer reconhecimento facial e leitura emocional dos rostos, e são importantes na comunicação social, estando ligadas à formação de vínculos afetivos, confiança e empatia. Além disso, elas têm uma ligação com as memórias, auxiliando em muito na sua consolidação. Se as memórias recebem a "assinatura" das amígdalas, elas tendem a ser mais duradouras. Isso, no fundo, traz à tona a ambivalência da amígdala: tanto as memórias traumáticas quanto às memórias de incrível felicidade são guardadas por muito mais tempo. Aliás, fazendo um apanhado das ações das amígdalas, percebe-se claramente uma grande ambivalência: de fundamental para a sobrevivência à protagonista de fobias, síndromes de ansiedade e depressão.

Nos adolescentes, o sistema límbico está a todo vapor. Ele se desenvolve mais rápido do que o córtex pré-frontal, mas depende dele para sua regulação. É nesse sentido que, durante a neuroadolescência, o balanço econômico do comportamento fica prejudicado. Temos o centro de processamento emocional praticamente pronto, mas com o "freio" ainda sendo arrumado. Nesse modo "sem freio" (ou com o freio ruim), eles se movem e aparecem para o mundo: na rua, em casa e na escola.

Adolescentes podem ser exagerados em suas falas, especialmente as emotivas. Uma única nota baixa pode desencadear a ideia de que "eu sou burro". Eles "amam" e brigam com facilidade e intensidade; riem sem estribeiras; falam alto; agem intempestivamente; xingam acima do esperado (?); saem correndo inesperadamente; falam na hora deles (situação difícil para os professores...); saltam sobre os outros; têm dificuldade de manter atividades prolongadas, dedicam-se o mínimo de que necessitam para atingir objetivos que lhes são impostos, ajoelham-se para agradecer, entre outros comportamentos que conhecemos (você se lembra?). Com o que foi explicado, parece agora fazer algum sentido, não? Sistema límbico pronto, córtex pré-frontal em desenvolvimento. Tudo isso faz parte da história de um cérebro que age momentaneamente como pode. Tudo isso é esperado e natural. Todavia, não significa que nós, como adultos, devamos assistir (no sentido de observar) passivamente a esses comportamentos, mas sim assistir (no sentido de auxiliar) ao seu desenvolvimento da melhor forma possível. Se não há uma regulação própria socialmente desejável, cabe aos adultos atuarem como corretores dessas emoções e desses comportamentos.

Esse universo em alteração pode ser compreendido a partir das mudanças que ocorrem no cérebro, onde há uma reorganização estrutural que envolve certas aquisições e certas perdas.

Capítulo

03

Plasticidade e Reorganização Neural

Nosso cérebro é alterado por seu desenvolvimento natural, mas também pela nossa experiência no mundo. Esse conceito é conhecido como neuroplasticidade (HERCULANO-HOUZEL, 2025). Assim, fatores internos e externos podem contribuir para modificações como a variação do número e da força das sinapses. Por exemplo, as conexões nervosas se alteram durante o ciclo menstrual. Essas conexões são chamadas de sinapses.

Sinapses são as regiões de conexão entre os neurônios.⁷ Nelas, ocorre a transmissão nervosa de uma célula para outra. Nosso comportamento deriva dessa comunicação entre as células, que apresenta trilhões de possibilidades.

As crianças nascem com muitos neurônios (as células nervosas), mas com poucas sinapses. Entre os 2 e 3 anos de vida, as sinapses aumentam consideravelmente: é a explosão sináptica. Isso é muito importante para que os comportamentos e a memória adquiram maior complexidade. No entanto, entre os 3 e 6 anos, há um processo chamado de poda sináptica. Nele, ocorre uma forma de "seleção natural" interna, em que conexões são desfeitas porque estão sendo pouco utilizadas.

Há um segundo momento de poda: na adolescência. Dessa forma, na neuroadolescência, os indivíduos experimentam diversas "desconexões" nervosas que continham informações adquiridas, mas que, pelo baixo uso, enfraquecem e se retraem. A pouca maturidade do adolescente não ocorre pela falta de neurônios, mas ao contrário. Há uma grande quantidade de neurônios querendo se manter vivos e, para isso, eles devem se manter efetivos; senão morrem. É, no fundo, uma poda competitiva ou um "darwinismo neuronal" (SAPOLSKY, 2021). Essa passagem é, na maioria das vezes, nítida no comportamento dos adolescentes: eles tendem a ficar mais reclusos, passam a se entusiasmar menos com os programas em família, mudam o tom de voz nas discussões, entre outros. No entanto, a poda sináptica é importante porque permite maior eficiência e especialização funcional do sistema.

É interessante confirmar a ideia de que o córtex cerebral está mais volumoso no início da adolescência. Esse fenômeno ocorre primeiro nos indivíduos cujo sexo biológico é o feminino. Quanto mais tempo a poda demorar para acontecer, maior tende a ser o quociente de inteligência (QI) do adolescente. Durante esse processo, os adolescentes que estão um pouco mais atrasados poderão apresentar comportamentos iguais aos dos demais colegas; porém, o controle desses comportamentos exige mais energia deles, ou seja, é mais difícil, sobretudo quando o comportamento exigido precisa durar longas horas. Um bom indicador de amadurecimento das funções complexas é a capacidade, por exemplo, de o adolescente compreender ironias. Use ironia em algum momento, pode ser durante uma aula ou uma refeição em casa: aqueles que a compreenderem estão mais avançados cognitivamente (SAPOLSKY, 2021).

Nessa fase da vida, os adolescentes podem acentuar uma dificuldade de comportamento em casa, na sala de aula, na sociedade. Podem ter dificuldades de aprendizagem de certos conteúdos, talvez por não os validarem ou não entenderem a sua importância, o

⁷ Sinapses são regiões onde a neurotransmissão ocorre. Elas são sempre formadas por duas células: um neurônio e outra célula, que pode ser outro neurônio ou, por exemplo, uma célula muscular. Quando tratamos de sinapse aqui, falamos da sinapse neuro-neural, isto é, entre dois neurônios.

que impactará de forma central no engajamento. Também podem ter dificuldade de adequação a determinados ambientes e às suas regras. Podem se mostrar desafiadores não só em relação a essas normas, mas também (e, às vezes, sobretudo) àqueles que as anunciam, como os responsáveis, professores, coordenadores, diretores. Pela necessidade de apresentar comportamentos socialmente aceitos, trata-se de um momento delicado e crítico para a formação deles.

Nesse sentido, é essencial que haja uma favorabilidade e uma segurança nos ambientes e nas relações, propiciando um clima propício à escuta ativa e ao diálogo. Além disso, é fundamental que as relações tenham positividade e não sejam tóxicas, visto que a insegurança latente do adolescente pode se asseverar se determinados conteúdos forem trazidos para eles a partir de conceitos destrutivos, excessivamente arriscados, repletos de impulsividade e desejos descontrolados.

Aquilo que é desafio, pode ser convertido em oportunidade. Nós, adultos, precisamos utilizar nosso exemplo como forma de orientação e mobilizar nossa capacidade de reflexão para promover a reflexão efetiva nesses indivíduos, explorando o repertório sociocultural e atitudinal que os ajude a regular suas emoções, suas intensidades, suas produções de dopamina.

Capítulo

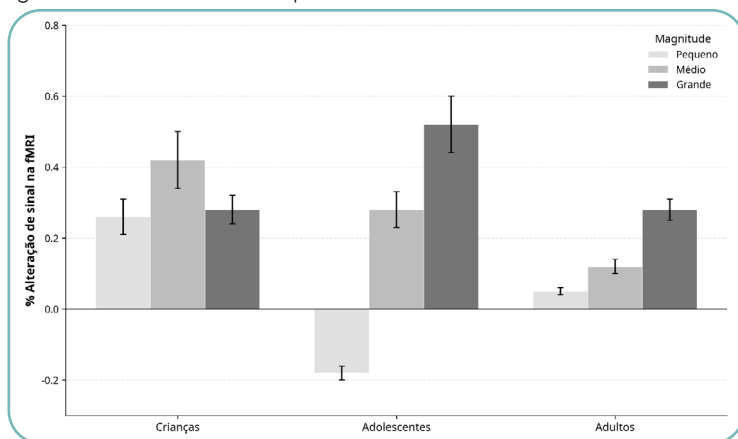
04

Emoção, Recompensa e Impulsividade

A dopamina é um neurotransmissor produzido pelo cérebro e liberado nas sinapses, atuando na comunicação entre os neurônios. Além de participar dos circuitos de prazer e recompensa, ela desempenha um papel essencial na motivação, na atenção e nos processos de aprendizagem, favorecendo a repetição de comportamentos considerados relevantes pelo organismo. Há mais de 40 substâncias com esse potencial, mas analisemos detidamente a dopamina (KANDEL *et al.*, 2014).

O sistema dopaminérgico⁸ dos adolescentes age em alta atividade. É necessário reforçar que a dopamina não diz respeito à felicidade por "receber" a recompensa, mas sim à felicidade da "busca" pela recompensa: o que é recompensador é a iminência de ter. Eles estão sedentos por recompensa, tanto que não são atraídos por pequenas recompensas (Figura 4). Eles estão atraídos por estímulos intensos. Esse mesmo sistema está ligado à atração por novidades e por validação social. Esses quesitos são centrais na operação mental desses sujeitos. O córtex pré-frontal em desenvolvimento propicia essa tríade novidades-grupos-risco (lembramos da "Cavernas dos Gemidos").

Figura 4. Alteração da atividade cerebral em função da idade e do estímulo de recompensa: pequeno, médio e grande. Perceba que os adolescentes têm a maior resposta positiva em relação a grandes estímulos de recompensa.



Fonte: Adaptado de Sapolsky (2021, p. 162).

A recompensa social é especialmente poderosa na adolescência. Ela também influencia os adultos, mas estes dispõem de mecanismos de regulação mais maduros. No adolescente, o cérebro apresenta elevada sensibilidade às interações sociais. Ser aceito pelo grupo, receber reconhecimento ou sentir-se pertencente ativa circuitos cerebrais relacionados à recompensa e ao prazer. Por outro lado, a rejeição ou a exclusão podem ser vivenciadas com grande intensidade, provocando sentimentos de frustração e sofrimento. O cérebro do adolescente é extremamente sensível ao ambiente social. Quando aceito pelos pares, ativa os mesmos circuitos do prazer. Naturalmente que, quando isso não ocorre, eles ficam frustrados.

⁸ Sistema dopaminérgico é um conjunto de circuitos neuronais que liberam dopamina entre si.

Na relação em grupos, o comportamento dos adolescentes se transforma. Eles deixam de ser igualitários — acreditando que o tratamento deva ser igual para todos — e passam a ter um comportamento que podemos chamar de proto-meritocrático. Isso significa que eles passam a considerar as diferenças nas tomadas de decisão e a ideia de que "alguns merecem mais do que outros". Quando percebemos esse comportamento neles, é uma evidência de amadurecimento cognitivo.

Esse efeito de grupo também aumenta os riscos. Em um experimento controlado, relacionou-se a vulnerabilidade dos adolescentes aos riscos que eles correm quando estão em grupo. Em um jogo digital de pilotagem, adolescentes e adultos apresentaram praticamente a mesma taxa de risco durante as etapas. Se o adulto pesquisado tiver outros dois adultos jogando com ele, a taxa de risco não muda. Se o adolescente tiver mais adolescentes jogando com ele, os riscos triplicam (SAPOLSKY, 2021). A conclusão é de que a análise de riscos piora quando estão juntos com outros adolescentes (HARRIS, 2009).

Outras evidências documentadas são importantes. Há pesquisas que indicam que, em alojamentos para estudantes universitários, aqueles que consomem álcool influenciam mais os que não bebem do que o contrário; a incidência de transtornos alimentares é aumentada pelo efeito de grupo; a depressão, sobretudo entre as meninas, é reconhecidamente reforçada entre elas (SAPOLSKY, 2021).

Sobre o comportamento individual, há uma dificuldade inerente a esse momento que incomoda muito, sobretudo os professores. Os adolescentes não conseguem entender que o comportamento individual afeta o comportamento sistêmico. Sendo assim, acham que dormir em sala, conversar durante a aula, escutar música, jogar aviãozinho ou fazer qualquer outra coisa incompatível com a aula não atrapalham. Muitas vezes, chamamos a atenção dos alunos, ou especificamente de um estudante, para que, logo depois, assumam a mesma postura anterior. Não há um conceito formado sobre seu verdadeiro impacto na coletividade. Em razão das características próprias dessa etapa do desenvolvimento, nem sempre os adolescentes percebem que o sucesso de uma dinâmica em sala de aula depende do envolvimento coletivo. Por isso, o papel do educador é fundamental para tornar explícita a importância da colaboração na construção dos objetivos de aprendizagem.

Novamente, trata-se de desafio e oportunidade. Essa intensidade por um comportamento exploratório e social deve ser acompanhada pelos adultos, sem retirar dos adolescentes a autonomia e a necessidade de se desenvolverem por si próprios. Retornamos aqui à questão do ambiente, que também envolve as pessoas. É fundamental que os adultos dediquem tempo para entender essas relações. Com base nisso, sugiram intervenções e estabeleçam um canal seguro de comunicação com eles. Há de se ter tempo para essa relação e para um papel de espectador atento, disposto a interagir com o espetáculo, resgatando a analogia do teatro.

O estabelecimento de um comportamento mais saudável nas interações sociais está relacionado à quantidade e à qualidade do sono, como veremos na sequência.

Capítulo

05

Sono, Ritmo Biológico e Função Cognitiva

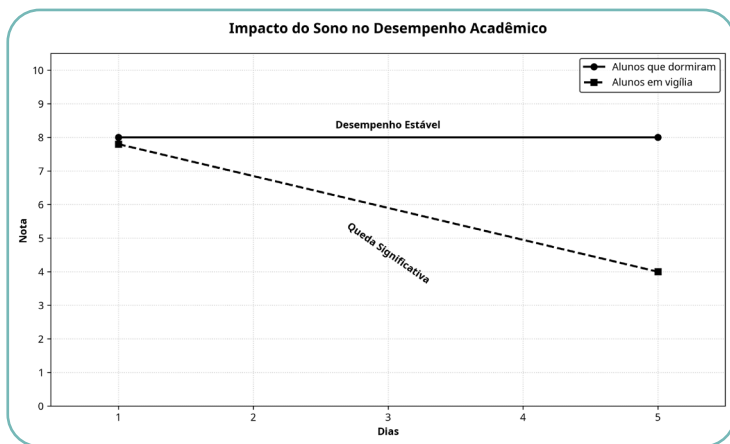
Dormir é importante. A ciência tem investigado essa questão com cada vez mais atenção — e os resultados são surpreendentes.

Estudos mostram que o sono, especialmente o chamado sono REM⁹, está profundamente ligado à consolidação da memória e ao desenvolvimento da criatividade. Enquanto dormimos, o cérebro reorganiza as informações aprendidas, fortalece conexões entre os neurônios e até elimina substâncias que poderiam atrapalhar seu funcionamento (FIGUEIROLA; RIBEIRO, 2013; RIBEIRO, 2019). Esse processo faz parte do que os cientistas chamam de "teoria da restauração".

No Brasil, pesquisadores do Instituto do Cérebro, localizado em Natal, no Rio Grande do Norte, vêm realizando trabalhos importantes sobre o tema. Em um experimento, 584 crianças assistiram à mesma aula e depois foram divididas em dois grupos: um permaneceu acordado e o outro pôde dormir por duas horas. Todos realizaram duas provas idênticas — uma no dia seguinte e outra cinco dias depois. O objetivo era entender como o sono, logo após o aprendizado, poderia influenciar o desempenho (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE, 2021).

Os resultados, que você pode conferir no gráfico a seguir (Figura 5), apontam uma diferença clara: as crianças que dormiram logo após a aula tiveram melhor desempenho nas duas avaliações. Isso mostra, na prática, como o sono não é um simples descanso, mas uma etapa essencial no processo de aprender.

Figura 5. Diferença de desempenho entre alunos que dormiram e não dormiram logo após a exposição do conteúdo. O mesmo exame foi aplicado um dia após à aula e cinco dias depois. Perceba que o rendimento do grupo que dormiu se manteve, enquanto, no outro grupo, houve um declínio de desempenho.



Fonte: elaborada pelo autor.

⁹ Do inglês: *rapid eye movement*. Fase do sono em que há "rápido movimento dos olhos". Fase em que sonhamos.

No experimento citado, os resultados mostraram que, um dia após a aula, não houve diferença significativa nas notas dos dois grupos. No entanto, cinco dias depois, a situação mudou: as crianças que haviam dormido logo após a aula mantiveram seu desempenho, enquanto o grupo que permaneceu acordado apresentou uma queda considerável nas notas. Isso reforça a importância do sono não apenas para aprender, mas também para reter o conhecimento ao longo do tempo. Durante o sono, crianças e adolescentes formam novos neurônios, que os ajudarão a ter um sistema nervoso mais complexo, propenso a receber informações mais elaboradas e a retê-las.

Os adolescentes têm dificuldades em dormir. Isso porque o hormônio do sono, chamado de melatonina, é secretado com 1 a 3 horas de atraso em relação aos adultos. Além disso, muitos têm insônia. Problemas frequentes para dormir, como a insônia, devem ser investigados com atenção. Há ampla evidência científica de que a privação do sono afeta diretamente a memória, o aprendizado e até o crescimento físico de crianças e adolescentes.

Adolescentes necessitam, em média, de 8 a 10 horas de sono por noite, embora existam variações individuais entre 7 e 11 horas. A principal diferença entre as faixas etárias jovens está nos horários do sono e não necessariamente na sua duração total (RIBEIRO; FONTOURA; VIEIRA, 2021).

De acordo com estudos da Universidade de Brown, nos Estados Unidos, adolescentes tendem a ter mais dificuldade para dormir cedo, o que entra em conflito com horários escolares muito matinais — especialmente no ensino médio, em cursinhos preparatórios e em universidades. A situação piora em regiões que adotam o horário de verão, o que encurta ainda mais o período de descanso noturno (CARSKADON, 2017).

No fim das contas, mais importante do que um número fixo de horas é observar a qualidade do tempo acordado. Se a criança ou o adolescente apresenta sonolência excessiva durante o dia, dificuldade de concentração ou falta de disposição, é um sinal claro de que o tempo ou a qualidade do sono estão sendo insuficientes. Nesse caso, ajustar a rotina e garantir mais horas de descanso noturno podem fazer uma grande diferença na saúde e no aprendizado.

A privação de sono, seja em quadros patológicos ou em experimentos controlados, resulta inúmeros problemas — alguns deles com consequências definitivas. Um caso emblemático foi registrado em 1965, quando o estudante norte-americano Randy Gardner, em San Diego, na Califórnia, decidiu quebrar o recorde mundial de tempo sem dormir. No dia 28 de dezembro, ele acordou às 6 horas da manhã e permaneceu em vigília por 11 dias seguidos (264 horas). Ao longo desse período, Gardner apresentou sintomas severos: irritabilidade, náuseas, lapsos de memória, delírios, fadiga, tremores, queda de atenção e redução significativa das habilidades cognitivas (ROSS, 1966). Esse episódio é um exemplo extremo, mas serve de alerta, especialmente quando pensamos na adolescência,

fase em que a pressão escolar, o uso excessivo de telas e a tendência biológica de dormir mais tarde já favorecem um quadro de restrição crônica de sono. A neurociência mostra que, nessa etapa da vida, o cérebro passa por um processo intenso de remodelamento sináptico e fortalecimento das funções executivas, justamente aquelas ligadas ao raciocínio, à tomada de decisões e ao controle emocional. Dormir pouco, portanto, não significa apenas estar cansado no dia seguinte, mas pode comprometer a memória, a aprendizagem, a regulação emocional e até o desenvolvimento físico do adolescente.

A falta de sono prejudica profundamente o cérebro em formação (DESMURGET, 2023). Valorizar o descanso noturno dos jovens não é um luxo, mas uma necessidade para garantir saúde e aprendizado. Contudo, a promoção de uma melhor aprendizagem passa por outras questões que merecem atenção e discussão, como a preservação das funções executivas.

Capítulo

06

Memória, Atenção e Capacidade de Aprender

As funções executivas formam um conjunto de habilidades cognitivas integradas que permitem ao indivíduo direcionar e gerenciar seu comportamento e suas decisões, avaliando e adequando ações voluntárias para atingir um objetivo (KANDEL *et al.*, 2014). É a capacidade de deslocar-se entre tarefas e ignorar distrações.

Podemos dividir essas funções em três partes.

A primeira é a memória de trabalho. Como o nome sugere, trata-se de juntar todas as memórias necessárias para executar uma tarefa. Enquanto escrevo, estou juntando essas memórias para criar este texto. Quando um adolescente vai fazer uma prova, deve fazer o mesmo. Envolve as atividades de todos os lobos e sua complexidade é proporcional à complexidade da tarefa.

A segunda é a flexibilidade cognitiva. Essa é uma função muito importante, que consiste em alternar pensamentos e comportamentos. É a capacidade de acessar habilidades diferentes para a execução de uma tarefa.

A terceira delas é o controle inibitório. Essa função é a responsável por controlar pensamentos intrusivos e distrações provenientes do meio ambiente. Essa função é fundamental para a atenção e o foco, elementos essenciais para o aprendizado. Devemos novamente ajudar os adolescentes.

O controle inibitório é desenvolvido no lobo frontal, nosso diretor do espetáculo. Sabemos que, na adolescência, essa região ainda está em desenvolvimento; portanto, essa função fica prejudicada. Quando o controle inibitório não está prejudicado pela qualidade, está pela quantidade. O que quero explicar é que a atenção e o foco não conseguem se estabelecer ou não conseguem se manter por um longo período, o que compromete a compreensão e a aprendizagem de assuntos que exigem mais tempo de concentração e dedicação. No Brasil, os conteúdos previstos para a educação básica, especialmente no ensino médio, costumam apresentar elevado grau de abrangência e complexidade. Em muitos casos, isso dificulta a consolidação de aprendizagens fundamentais, que servem de base para conhecimentos mais elaborados. Quando os alicerces não estão suficientemente consolidados, o aumento da complexidade tende a gerar obstáculos adicionais ao processo de aprendizagem. Sob a perspectiva do desenvolvimento humano, seria desejável fortalecer as aprendizagens essenciais para, a partir delas, ampliar gradualmente os níveis de aprofundamento e abstração. Entretanto, a organização curricular e os processos seletivos de acesso ao ensino superior frequentemente estimulam a ampliação dos conteúdos em detrimento da consolidação das bases. Nesse contexto, professores e estudantes são desafiados a construir experiências significativas de aprendizagem em meio a múltiplas demandas e pressões institucionais.

A neuroeducação é uma área em desenvolvimento que procura encorajar as pessoas a se reconhecerem em termos neurocientíficos e a compreenderem não só a si mesmas, mas também as pessoas ao seu redor, especialmente os adolescentes — tema tratado neste livro —, para que as ações no processo de ensino-aprendizagem sejam mais efetivas (HOWARD-JONES, 2010).

Os fatores discutidos até então, como alterações do sono, necessidade de validação social, dificuldade de regulação emocional, relação com recompensas, dificuldade de controle de comportamento, necessidade de ambiente seguro, entre outros, devem ser considerados por aqueles que ensinam e organizam o processo de ensino-aprendizagem.

Um dado confirmado pela neurociência é que a aprendizagem ocorre quando há repetição. O neurotransmissor denominado glutamato é descarregado em certa quantidade quando os aprendizes são expostos pela primeira vez a um conteúdo. Quando esse conteúdo retorna em outro momento, ou seja, quando há a reativação da informação, a descarga é maior: o aluno entende (SAPOLSKY, 2021).

O desenvolvimento de plano pedagógico deve envolver um cuidado com essas questões e outras mais, no que se refere à inclusão de todos nesse processo. A necessidade de reflexão entre os adultos, para que se possa pensar junto com os adolescentes, deve ser uma premissa. Não se pode ignorar todas as questões relatadas, considerando-as como secundárias para o ensino-aprendizagem (TOKUHAMA-ESPINOSA, 2010).

Jean Piaget, referência central no estudo do desenvolvimento cognitivo, sustentava que todo ser humano nasce com a capacidade e a motivação para aprender. Para ele, a inteligência não é um dom inato de alguns, mas um processo de construção contínua, que se dá por meio da interação ativa com o ambiente e da reorganização constante dos esquemas mentais. Desde cedo, somos naturalmente curiosos e buscamos compreender o mundo ao nosso redor (PIAGET, 1998). Não podemos deixar que a curiosidade seja paralisada na escola e na vida. Os modelos educacionais inovadores têm a necessidade de incorporar algo que não deveria ser tão inovador, haja vista que é tão antigo quanto a humanidade: a neurociência.

Ainda há outros elementos na neuroeducação que necessitam de cuidados: o papel das emoções e do estresse.

Capítulo

07

Estresse e emoções

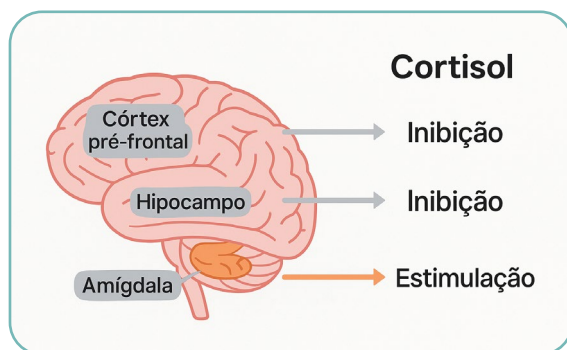
A palavra "estresse" foi convertida em um termo com conotação negativa. Em termos fisiológicos, há um claro desvio de sentido, promovido pela divulgação pseudocientífica. Há o estresse "bom" (eustresse) e o estresse "ruim" (distresse) (SELYE, 1974).

O estresse bom é positivo porque é adaptativo e mobilizador. Ele nos auxilia na disposição do dia a dia, tanto no que se refere à atividade cognitiva quanto às demais ações corporais (circulação sanguínea, resposta muscular, distribuição de energia pelo corpo...). Graças ao estresse bom, continuamos a atravessar nossa jornada evolutiva, desde os remotos tempos da nossa espécie e de nossas espécies ancestrais. O estresse bom potencializa o aprendizado porque sensibiliza o cérebro em relação ao glutamato, aquele neurotransmissor que ajuda na aprendizagem de longa duração (SAPOLSKY, 2021).

No entanto, também há o estresse ruim, que pode ser chamado de estresse moderno ou, melhor ainda, de hiperestresse. Ele traz consequências ruins para o corpo e para a mente, ainda mais para uma mente em desenvolvimento, como a das crianças e a dos adolescentes (HAIDT, 2024).

A natureza biológica do estresse está ligada à secreção de um hormônio no sangue: o cortisol. A quantidade de cortisol liberada está relacionada a um eixo associado ao sistema límbico; e o cortisol está retroativamente ligado a esse sistema límbico, mas não só a ele. O cortisol modula a ação de três estruturas fundamentais no cérebro: o córtex pré-frontal, o hipocampo e a amígdala (KANDEL *et al.*, 2014).

Figura 7. Ações do hormônio cortisol em três regiões do encéfalo.



Fonte: elaborada pelo autor, com auxílio de inteligência artificial.

A ação do cortisol no córtex pré-frontal é inibidora. Lembre-se do quanto isso é ruim. O córtex pré-frontal é responsável por uma série de funções complexas, como a tomada de decisão. Com a forte liberação dele, a tomada de decisão fica sensivelmente comprometida, aumentando significativamente as chances de decisões não tão boas, como brigar com alguém, terminar uma relação, pedir demissão, enfrentar uma autoridade. Imagina isso acontecendo em um cérebro que ainda não tem essa região totalmente desenvolvida...

No hipocampo, a ação do cortisol é inibidora. O hipocampo é uma central de seleção de memórias que compõem a memória de trabalho (aquela que une o que você precisa para a execução de uma tarefa). Com a função do hipocampo prejudicada, não só a função executiva cerebral é afetada, como também ocorre uma depressão de longa duração de conhecimentos, isto é, um mecanismo de esquecimento é ativado.

A ação do cortisol na amígdala é estimuladora. Recordemos que a amígdala faz parte do nosso sistema de alerta. Dessa maneira, com sua ação potencializada, ela age mais rapidamente e fica funcionalmente "acima" em relação ao córtex pré-frontal. Essa relação pode, por exemplo, ocasionar um medo exagerado e desnecessário em determinadas situações, podendo desencadear um ataque de pânico. Novamente, resgatemos a informação de que o cérebro do adolescente já tem uma amígdala com atividade aumentada.

Um estresse crônico, isto é, persistente, causa redução de sinapses, diminui a atividade de alguns neurônios e reduz a liberação de glutamato no cérebro. Essas consequências aumentam as chances de dois transtornos psiquiátricos: o transtorno de ansiedade e a depressão. Esses transtornos têm aumentado consideravelmente na faixa etária entre 14 e 24 anos, segundo pesquisas no Brasil e no mundo. Há evidências, inclusive, do aumento de casos entre os adolescentes de classes econômicas menos favorecidas (HAIDT, 2024).

O importante nesse caso é o movimento de diversos atores públicos e ações diretas junto aos adolescentes. Em um mundo em que as dimensões dos estímulos aumentaram para patamares exponenciais com o advento da revolução digital e da miniaturização da tecnologia, com a criação e a popularização dos smartphones, é necessário um esforço conjunto e multidisciplinar, que envolva o par prevenção-tratamento. Vamos aprofundar isso no próximo capítulo.

Capítulo

08

Cultura Digital, Cérebro e Comportamento

A questão da revolução digital que se instaurou e continua em curso promoveu uma incrível mudança de hábitos, que atingiu grande parte da população. Quando foi inventado o primeiro *smartphone*, um novo capítulo dessa era foi escrito. Um aparelho portátil com conexão à internet. Paralelamente, foram surgindo as diversas redes sociais, que se alimentaram da portabilidade dos recursos digitais. Essa associação formada invadiu o cotidiano das pessoas, de crianças a adultos. Mas os campeões do uso são os adolescentes.

O excesso de telas é um problema mundial, mas no Brasil tem ganhado contornos ainda mais preocupantes. Essa exposição tem resultado em diversos comportamentos que afetam a atividade cerebral e o desenvolvimento de habilidades em crianças e adolescentes. Segundo dados, um adolescente usa o celular, em média, 7 horas e 22 minutos por dia. São mais de 50 horas semanais. Isso é mais tempo do que se passa na escola ou do que a maioria dos trabalhadores brasileiros tem de jornada semanal de trabalho. Os jovens de famílias de menor renda são os que usam ainda mais tempo. Cerca de 90% do tempo é destinado a jogos, redes sociais, vídeos e conversa (DESMURGET, 2023; 2024).

Estudos recentes revelam que o uso compulsivo do *smartphone* — caracterizado pela nomofobia — está associado à redução da memória operacional, lapsos de atenção e prejuízo das funções executivas (SHARMA; SINGH, 2024). A simples presença do aparelho já representa uma interferência cognitiva significativa, comprometendo a atenção e a fluidez do pensamento (SCHWAIGER; TAHIR, 2022; WARD *et al.*, 2017).

A nomofobia, caracterizada pelo medo de ficar sem acesso ao celular ou à *internet*, tem um impacto significativo entre adolescentes brasileiros. Esse comportamento pode gerar alto estresse e transtorno de ansiedade, além de interferir em funções cognitivas, como atenção, memória e até empatia e socialização.

Pesquisas apontam que, na adolescência, o sistema dopaminérgico — principalmente em áreas como o estriado ventral — é mais sensível à recompensa, enquanto os circuitos de controle executivo ainda não estão plenamente amadurecidos. Esse desequilíbrio pode favorecer escolhas de gratificação imediata e dificultar empenho em tarefas de atenção prolongada, tão comuns na escola ou no trabalho (GALVÁN, 2010).

Diante das evidências, tem-se uma crise na destinação do uso do tempo, com redução de funções executivas, redução de memória e atenção, e associação a transtornos psiquiátricos, incluindo novamente o transtorno de ansiedade e a depressão (HAIDT, 2024).

A situação é considerada tão extrema que diversos países impuseram sanções, restrições ou proibição total do uso de celulares nas escolas. A Lei n.º 15.100/2025, sancionada em 13 de janeiro daquele ano, estabelece restrições ao uso de celulares e aparelhos eletrônicos portáteis pelos estudantes durante o horário escolar, com o propósito de proteger a saúde mental, física e psíquica de crianças e adolescentes (BRASIL, 2025). São restrições e não exatamente proibição geral, banimento. Por exemplo, caso o professor autorize em função de uma necessidade pedagógica, o uso é permitido. No entanto, há diversos relatos da dificuldade de conscientização dos estudantes e do controle desse uso, especialmente nos espaços de uso comum na escola, mas fora da

sala de aula. O uso tão habitual desses aparelhos é de difícil controle externo, sobretudo — em muitas instituições — pela ausência de pessoas que possam fazer essa supervisão. Então, apesar da lei e de suas possíveis contribuições, os desafios parecem persistir.

O celular como distração para o comportamento cognitivo do adolescente é relato constante até por eles mesmos. Ao estudar, ainda que fora da escola, e compartilhar a atenção com o celular, a ansiedade pelos *likes* dificulta a atenção e o foco. Muitas vezes propagada como uma habilidade positiva e desejável na sociedade de desempenho e do cansaço, como diagnosticada pelo filósofo Byung-Chul Han (2017), a ideia do *multi-tasking* —que é a capacidade de manter a atenção em dois ou mais estímulos simultâneos, alternando o foco entre eles instantaneamente — não corresponde à realidade da grande totalidade da população, segundo dados de pesquisas neurocientíficas. Trata-se, eminentemente, de sobrecarga cognitiva. Isso se relaciona com a questão explorada anteriormente sobre a liberação de cortisol em excesso, resultando no estresse ruim e suas consequências.

A ligação entre o adolescente e a *internet* é um debate frequente entre diversas áreas do conhecimento e em diversos países pelo mundo. Enquanto a discussão continua, a situação parece se agravar. Nas redes sociais, potencializou-se a questão da validação social, situação inerente e importante para os adolescentes. Nelas também reaparecem as questões dos riscos e da dopamina. Quando os adolescentes postam conteúdos nas redes, ficam vulneráveis à comparação social e aos "tribunais da internet". Se os *likes* não vierem como o esperado, há uma frustração que é potencialmente maior se observada em adultos. Se o oposto acontece, quando o adolescente se sente validado, cria-se uma sensação de prazer potencialmente viciante, que exige desafios maiores para aumentar o engajamento da internet. Nessa necessidade autodeterminada, adolescentes se expõem, aumentam seus riscos e estão dispostos a isso, haja vista que faz parte de seu desenvolvimento cognitivo. Muitos dão visibilidade a práticas socialmente inaceitáveis como forma de "lacrar", incluindo violência, racismo, transfobia, capacitismo, misoginia, *bullying*, entre outros. Chegam a propor comportamentos que podem ser letais para si e para outros. Se não são tão transgressores assim, correm o temido risco do cancelamento. O ambiente virtual, de difícil regulação por seus responsáveis, fica à mercê ainda de ações criminosas de adultos que assediam e aliciam adolescentes com intenções inescrupulosas. O certo é que as redes sociais atraem facilmente um grupo de vulnerabilidade neurocientificamente comprovada: os adolescentes.

Há de se confiar na autorregulação como melhor forma de minimizar tudo o que foi exposto. Seria mais fácil, para os adultos, acreditar na possibilidade dessa autorregulação, ou seja, que os adolescentes reconhecessem potenciais danos e autolimitassem sua participação no digital. Tememos, no entanto, que isso não seja possível de ser realizado apenas por eles, até porque muitos adultos também têm dificuldade de fazê-lo. Como insistentemente trazido aqui, eles necessitam de uma rede de apoio para que possam desenvolver, da melhor forma possível, seu comportamento frente às limitações relativas às regiões do cérebro ainda imaturas, como o córtex pré-frontal. Há uma necessidade de ação externa nesse sentido, que deve vir do mundo adulto, seja por ações da família, dos docentes ou do Estado. Temos um papel de coparticipar dessa transição a fim de formar adultos suficientemente bons na nossa sociedade.

Capítulo

09

Estratégias práticas para responsáveis e educadores

A adolescência é um período de intensa transformação biológica, cognitiva, emocional e social. Se, por um lado, essas mudanças trazem riscos e desafios, por outro também representam oportunidades de crescimento, autonomia e aprendizado. A neurociência pode oferecer pistas valiosas sobre como responsáveis e educadores podem apoiar, de forma prática, esse processo. Este capítulo apresenta caminhos para traduzir o conhecimento científico em ações cotidianas, no lar e na escola.

No contexto familiar, algumas práticas são fundamentais. A escuta ativa deve ser frequente: é necessário reservar momentos diários para ouvir o adolescente sem julgamentos, validando suas emoções. A regulação conjunta deve ser assumida pelos adultos, isto é, eles devem assumir o papel de "córtex pré-frontal externo", ajudando o jovem a regular impulsos até que consiga fazê-lo sozinho. É essencial a atenção ao sono e à rotina do adolescente: negociar horários de uso de telas e estabelecer rituais favorecem o sono reparador. Devemos ser exemplos e demonstrar autocontrole, equilíbrio digital e hábitos saudáveis. Não deixemos de valorizar os avanços e demonstrar algum entusiasmo e afetividade.

No contexto escolar, devemos diversificar nossas práticas de ensino introduzindo metodologias ativas, ensino por projetos, aprendizagem baseada em problemas, jogos e tecnologias de forma intencional, não dispersiva. Sempre que possível, é recomendável utilizar dispositivos eletrônicos da própria escola para uma melhor administração do seu uso. Deve haver uma preocupação clara com a atenção e o foco dos alunos, promovendo práticas como a divisão de conteúdos em blocos curtos, com intervalos planejados e respeitando limites neurobiológicos. Devemos estimular os trabalhos colaborativos e a cooperação em vez de competitividade excessiva.

Sabemos que os estudantes deverão realizar exames para prosseguimento dos estudos e que esses exames são uma disputa de muitos candidatos para poucas vagas. Ainda assim, é possível prepará-los sem provocar um estresse ruim. Devemos propor atividades que exijam um investimento intelectual do aluno, mas devemos assegurar que os elementos básicos para que o resultado seja atingido estejam presentes. Nesse momento, é fundamental estarmos atentos à diferenciação, fenômeno definitivamente importante tanto para a inclusão daqueles com necessidades educacionais específicas quanto para o atendimento de todos.

No ambiente escolar, devemos promover um clima de respeito, evitando discursos tóxicos ou desmotivadores. É importante não exigir competências e habilidades que o desenvolvimento neurológico do estudante não esteja totalmente preparado para demonstrar. Podemos desafiá-los, mas cientes das limitações impostas pelo momento da neuroadolescência. Assim como os responsáveis, dentro dos limites possíveis do professor, precisamos auxiliá-los na regulação das emoções.

Além disso, em ação conjunta com a comunidade, a direção institucional, os atores do Estado e as políticas públicas, é preciso desenvolver uma educação digital crítica, que permita o letramento digital, mas sem os riscos associados à nomofobia, à dopamina

digital e à exposição nas redes. Devemos apoiar a aplicação de legislações, como a Lei n.º 15.100/2025 (uso de celulares), associadas a projetos educativos e não apenas punitivos. É muito importante a articulação com equipes multidisciplinares, que envolvam psicólogos, psicopedagogos, orientadores educacionais, pedagogos e assistentes sociais, bem com outros profissionais de saúde mental, esporte, cultura e lazer, a fim de proporcionar múltiplos repertórios de enfrentamento.

Se levarmos adiante essas práticas e outras pensadas a partir do que foi exposto até aqui, poderemos presenciar um presente e, conseqüentemente, um futuro muito melhores do que estamos vivenciando.

Conclusão

A neuroadolescência existe. Agora, com alguns conhecimentos do que se trata, precisamos refletir. Não deveríamos exigir algo que o outro não pode entregar imediatamente por limitações que vão além de sua vontade. Nesse sentido, não é possível exigir de um adolescente um comportamento próprio de um adulto, com autonomia e capacidade organizada de tomada de decisão, minimizando riscos. Isso não faz sentido. Também, não deveríamos tratar os adolescentes como crianças, porque eles não são. Existe também uma neuroinfância. O que se propõe neste livro é que devemos considerar esses fatores na relação com eles, em todos os níveis: da casa à escola, da rua ao tribunal. Não há uma tentativa de sacralizar a adolescência nem de retirar dos adolescentes sua responsabilidade e seu compromisso social de atender aos comportamentos socialmente aceitos. O objetivo é dimensionar essa responsabilidade e a expectativa social do comportamento.

Diante da informação e da sua apropriação pelos adultos, há uma expectativa de que esse conhecimento possa melhorar as relações com os adolescentes; que os responsáveis possam se envolver na exata medida com esses jovens; que os professores possam ter dinamismo e efetividade no processo de ensino-aprendizagem e no auxílio para a formação das habilidades atitudinais do estudante; que a sociedade possa acolhê-los da melhor forma possível e também participar ativamente como suporte, para que eles sejam cidadãos plenos.

Educar na neuroadolescência é repleto de desafios e oportunidades. A intenção deste livro de ser um guia para responsáveis, cuidadores e professores traz embutida a ideia de uma adolescência vivida melhor. Não significa que não haverá turbulências internas e externas, mas significa que ofertamos mais parâmetros para compreendê-las e para tomar boas decisões ao lidar com esses momentos. Educar na adolescência não fala apenas sobre a escola e sobre as relações do par docente-discente. No entanto, seria muito importante que as evidências apresentadas aqui fossem fortemente consideradas no planejamento das aulas, na mediação dos conflitos e na aula em si.

O teatro cerebral foi uma comparação proposital. Ela serviu como analogia para associar as regiões do cérebro às suas respectivas funções de forma poética, mas também provocadora. Há muito teatro no comportamento humano. Há muita diferença entre o que é exibido, sobretudo pela fala e pela linguagem, e o que está em turbulência no interior da

mente. Não é possível estimar, contudo, todo o comportamento de um adolescente, tampouco o de um adulto. Isso não invalida tudo que vimos sobre neuroadolescência; pelo contrário, ajuda-nos, como pais e educadores, a interpretar melhor o que está sendo dito e o que não está sendo dito. O que temos é um pequeno guia que nos auxilia a reconhecer os adolescentes como pessoas e a tratá-los da forma mais próxima que necessitam, apoiando-os sem retirar a autonomia que cresce pouco a pouco.

Educar na neuroadolescência é mais do que enfrentar riscos e corrigir desvios: é reconhecer que cada cérebro adolescente carrega um potencial extraordinário de transformação. Se a ciência nos mostra as vulnerabilidades próprias dessa fase, ela também revela as oportunidades únicas de aprendizagem, criatividade e construção de identidade. Cabe aos responsáveis e educadores transformar esse conhecimento em presença, diálogo e prática diária, criando condições para que os jovens não apenas sobrevivam à adolescência, mas floresçam nela, tornando-se indivíduos mais conscientes, resilientes e humanos. Que eles sejam adultos suficientemente bons para a transformação social que tanto sonhamos.

Referências

ALLEN, John S. **The lives of the brain: human evolution and the organ of mind**. Cambridge: Harvard University Press, 2009.

BAARS, B. J. **A cognitive theory of consciousness**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

BRASIL. **Lei n. 8.069, de 13 de julho de 1990**. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 jul. 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8069.htm. Acesso em: 31 ago. 2025.

BRASIL. **Lei nº 15.100, de 13 de janeiro de 2025**. Dispõe sobre a utilização, por estudantes, de aparelhos eletrônicos portáteis pessoais nos estabelecimentos públicos e privados de ensino da educação básica. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, 14 jan. 2025. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2025/lei-15100-13-janeiro-2025-796892-publicacaooriginal-174094-pl.html>. Acesso em: 31 ago. 2025.

CARSKADON, Mary A. **Early school starts pit teens in a conflict between society, biology**. Brown University News, 12 abr. 2017. Disponível em: <https://www.brown.edu/news/2017-04-12/teens>. Acesso em: 31 ago. 2025.

DAMÁSIO, Antonio R. **O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano**. Trad. Delfim Leão. Rio de Janeiro: Companhia das Letras, 1996.

DAMÁSIO, Antonio R. **Em busca de Espinosa: as emoções, a razão e o cérebro humano**. Trad. Delfim Leão. São Paulo: Companhia das Letras, 2004.

DESMURGET, Michel. **A fábrica de cretinos digitais: os perigos das telas para os nossos filhos**. Rio de Janeiro: Vestígio, 2023.

DESMURGET, Michel. **Ponham-nos a Ler! A leitura como antídoto para os cretinos digitais**. Lisboa: Contraponto, 2024.

FIGUEROA, Wilfredo Blanco; RIBEIRO, Sidarta. Sono e plasticidade neural. **Revista Universidade de São Paulo**, São Paulo, 2013.

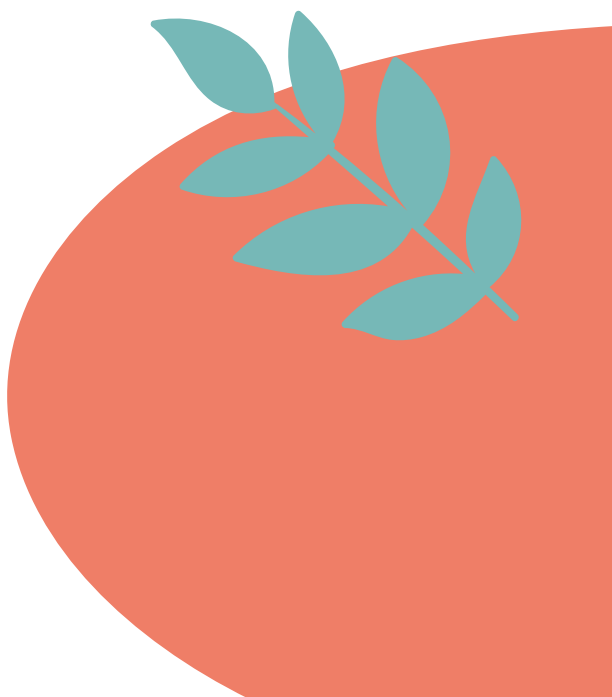
FURSTENBERG, Frank F. The Sociology of Adolescence and Youth in the 1990s: A Critical Commentary. **Journal of Marriage and Family**, v. 62, n. 4, p. 896–910, nov. 2000.

GALVÁN, Adriana. Adolescent development of the reward system. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 4, art. 6, 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2826184/>. Acesso em: 31 ago. 2025.

- HAIIDT, Jonathan. **A geração ansiosa**: como a infância hiperconectada está causando uma epidemia de transtornos mentais. Trad. Lígia Azevedo. São Paulo: Companhia das Letras, 2024.
- HAN, Byung-Chul. *A Sociedade do Cansaço*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2017.
- HARRIS, Judith Rich. **A influência dos pares**: o que os pais não conseguem explicar. São Paulo: Objetiva, 2009.
- HART, Leslie A. **Human brain and human learning**. New York: Longman, 1983.
- HERCULANO-HOUZEL, Suzana. **O cérebro em transformação**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.
- HOWARD-JONES, Paul. **Introducing neuroeducational research**. London: Routledge, 2010.
- KANDEL, Eric R. et al. **Princípios de neurociência**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.
- MOANING CAVERNS. **Cave History**. Parque Moaning Caverns, [s.l.], [s.d.]. Disponível em: <https://moaningcaverns.com/learning-center/cave-history/>. Acesso em: 31 ago. 2025.
- OUTEIRAL, José. **Adolescer**: estudos sobre adolescência. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.
- OUTEIRAL, José; MOURA, Luiza; SANTOS, Stela dos. **Adultecer: a dor e o prazer de tornar-se adulto**. Rio de Janeiro: Revinter, 2008.
- PIAGET, Jean. **A psicologia da criança**. Trad. Álvaro Cabral. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.
- REVISTA CONTEMPORARTES. Janusz Korczak. 2012. Disponível em: <https://revistacontemporartes.blogspot.com/2012/10/janusz-korczak.html>. Acesso em: 19 jun. 2026.
- RIBEIRO, Letícia; FONTOURA, Heloísa; VIEIRA, Caroline. Distúrbios do sono em adolescentes: uma avaliação crítica da influência dos dispositivos eletrônicos – revisão de literatura. **Residência Pediátrica**, v. 11, n. 4, e2264, 2021. Disponível em: <https://residenciapediatrica.com.br/detalhes/1651>. Acesso em: 31 ago. 2025.
- RIBEIRO, Sidarta. **O oráculo da noite**: a história e a ciência do sonho. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.
- ROSS, John J. Psychiatric and EEG observations on a case of prolonged (264 hours) wakefulness. **Archives of General Psychiatry**, v. 15, n. 1, p. 29–35, 1 de jul. 1966.
- SAPOLSKY, Robert M. **Comporte-se**: a biologia humana em nosso melhor e pior. Rio de Janeiro: Companhia das Letras, 2021.
- SCHWAIGER, Elizabeth; TAHIR, Rameen. The impact of nomophobia and smartphone presence on fluid intelligence and attention. **Cyberpsychology: Journal of Psychosocial Research on Cyberspace**, 2022.
- SELYE, Hans. **Stress without distress**. Philadelphia: J. B. Lippincott Co., 1974.
- SHARMA, Meghna; SINGH, Bijender. Nomophobia: the silent saboteur of executive functions in young adults. **Indian Journal of Psychological Science**, v. 18, n. 1, jan. 2024.
- TOKUHAMA-ESPINOSA, Tracey. **The new science of teaching and learning**. New York: Teachers College Press, 2010.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE (UFRN). Estudo sugere que comunicação entre áreas do cérebro durante o sono atua na consolidação de memórias recentes. **Portal de imprensa da UFRN**, 28 jun. 2021. Disponível em: <https://www.ufrn.br/imprensa/noticias/48647>. Acesso em: 31 ago. 2025.
- WARD, Adrian F.; et al. Brain drain: the mere presence of one's own smartphone reduces available cognitive capacity, **Journal of Experimental Psychology: General**, 2017.

Sobre o autor

Marcello Vieira Lasneaux é doutor em Educação pela Universidade de Brasília (UnB), com pós-doutorado em Educação pela PUC-Goiás. Biólogo, professor no Instituto Federal de Brasília (IFB), atua no Ensino Médio Integrado, Graduação e Pós-graduação, além de integrar o Grupo de Estudos e Pesquisa em Formação, Currículo, Tecnologias e Inovação da UnB (GEPFCTI). Pesquisador em Neurociência no Labconsumer, no IFB/ENEDES. Com ampla formação — incluindo mestrado em Bioética, especializações em Educação Inclusiva com ênfase em Neurociências da Aprendizagem, Gestão Escolar e Genética Humana —, trabalha com inovação educacional, metodologias ativas, educação mediada por tecnologia e práticas inclusivas. Também é psicanalista com publicações na área. Vive e desenvolve suas pesquisas em Brasília-DF.





Educar na Neuroadolescência é um guia que aproxima ciência e prática, oferecendo a pais, professores e cuidadores um olhar renovado sobre a adolescência a partir da neurociência contemporânea. Sem reduzir essa etapa a estereótipos, o livro mostra como as transformações cerebrais explicam comportamentos, emoções e desafios típicos dos jovens, especialmente em tempos digitais. A obra alia fundamentos teóricos sólidos a estratégias práticas, apresentando recursos para enfrentar questões como sono, uso de telas, estresse, impulsividade e vínculos sociais, sempre com a preocupação de transformar conhecimento científico em caminhos educativos aplicáveis no dia a dia de famílias e escolas.



INSTITUTO FEDERAL
Brasília

MINISTÉRIO DA
EDUCAÇÃO

