

# AS BASES NEUROPSICOLÓGICAS DO COMPORTAMENTO ADOLESCENTE E SUAS IMPLICAÇÕES NO CAMPO EDUCACIONAL

## THE NEUROPSYCHOLOGICAL FOUNDATIONS OF ADOLESCENT BEHAVIOR AND THEIR IMPLICATIONS IN THE EDUCATIONAL FIELD

*Alessandra Strauss Niederauer<sup>1</sup>*

**RESUMO:** O entendimento das bases neuropsicológicas do comportamento adolescente tem se apresentado como um propulsor para estudos interdisciplinares, na busca por intervenções mais eficientes, no campo educacional. O presente estudo tem como objetivo descrever as transformações que ocorrem no cérebro do adolescente e relacioná-las com o comportamento. Através de uma revisão assistemática em livros sobre psicologia do desenvolvimento do adolescente, neurociências e artigos indexados sobre desenvolvimento neurobiológico do adolescente, buscou-se levantar informações relevantes para o campo da educação.

**Palavras-chave:** Neurociência. Adolescência. Cérebro. Comportamento.

**ABSTRACT:** Understanding the neuropsychological bases of adolescent behavior has been a trigger for interdisciplinary studies in the search for more effective interventions in the educational field. This study aims to describe the changes that occur in the brains of adolescents and relate them to their behavior. Through an unsystematic review in books on psychology of adolescent development, neuroscience and indexed articles on the neurobiological development of adolescents, we tried to gather information relevant to the field of education. The article shows the relationship between the neuropsychological bases of adolescent behavior and contributions of neuroscience to education, considering that the adolescent brain is changing.

**Keywords:** Neuroscience. Adolescence. Brain. Behavior.

### 1 INTRODUÇÃO

A adolescência pode ser estudada sob diferentes perspectivas. A finalidade deste artigo está em aproximar três construtos, adolescência, neurociência e educação. Segundo Cole e Cole (2004, p. 657), três questões fundamentais preocuparam os teóricos sobre adolescência:

[...] o grau em que as rápidas mudanças biológicas aumentam a instabilidade psicológica; a possibilidade de que o desenvolvimento na adolescência recapitule estágios anteriores na aquisição de uma adequada vida adulta e a relação das mudanças biológicas e sociais com as mudanças cognitivas.

Esses aspectos impactam na educação, que encontra na neurociência importantes subsídios para complexificar o fenômeno da adolescência.

Cosenza e Guerra (2011, p. 143) destacam que as neurociências não objetivam propor uma nova forma de ensinar nem autorizam a aplicação direta e imediata no contexto escolar, “[...] pois é preciso lembrar que o conhecimento neurocientífico contribui com apenas parte do contexto em que ocorre a aprendizagem.” Por isso, tornar aplicável esse conhecimento dentro da área da educação ainda é um desafio. Entretanto, de acordo com esses autores, quanto mais os educadores conhecerem os processos de funcionamento do cérebro, maior será a relação estabelecida com a aprendizagem e com o manejo.

---

<sup>1</sup> Psicóloga escolar. Especialista em Neurociências e Educação pelo Instituto Superior de Educação Ivoti (ISEI). E-mail: ale.psyco77@gmail.com.

As mudanças que acontecem na adolescência são disparadas e coordenadas pelo cérebro, ou seja, o comportamento do adolescente é resultado de um cérebro adolescente. Para Herculano-Houzel (2005), o crescimento desordenado, a luta contra a inércia, a descoberta do primeiro amor e das fortes emoções em correr riscos, além do afastamento da família na mesma velocidade com que os adolescentes se aproximam dos amigos são comportamentos que possuem uma base neuropsicológica própria da adolescência. A neurocientista lembra outras características do período, como questionar as regras, querer tomar suas próprias decisões, alternar períodos de euforia e tédio, introspecção e agitação. Sprinthall e Collins (2003) acreditam que a adolescência é, por definição, um período em que as mudanças globais são bastante rápidas e as preferências anteriores não são mais reconhecidas como prazerosas, razão pela qual o impacto das influências ambientais é superior às crianças nos primeiros dias de vida. Os autores acrescentam que as crianças conseguem afastar-se de situações desagradáveis e doentias, ao contrário dos adolescentes, que parecem ser dominados por toda e qualquer influência.

Tantas mudanças – e um comportamento, naturalmente, instável – produzem inquietações e questionamentos. Tudo isso tem se constituído em um desafio para os profissionais que trabalham com educação, especialmente no ambiente escolar. Além disso, como foi mencionado anteriormente, se na infância as circunstâncias não foram favoráveis – sejam quais forem as razões –, a adolescência torna-se a fronteira para consolidar uma vida saudável, ou não. Embora não se possa deixar de contextualizar de maneira ampliada o período da adolescência, estabelecendo relações históricas e socioculturais, algumas respostas estão no amadurecimento do sistema nervoso, ou seja, em compreender como o cérebro da infância passa a funcionar como um cérebro adulto.

## 2 A ADOLESCÊNCIA E AS RELAÇÕES ENTRE NEUROCIÊNCIA E O CAMPO EDUCACIONAL

Jean-Jacques Rousseau foi o primeiro grande teórico a descrever a adolescência quando apresenta, em *Emile, ou Da Educação* – uma obra filosófica sobre a natureza do homem, escrita em 1762 – as características da fase que permanecem atuais, segundo Cole e Cole (2004, p. 623).

Assim como o estrondo das ondas precede a tempestade, também o murmúrio das paixões crescen-

tes anuncia essa tumultuosa mudança e uma excitação reprimida nos adverte do perigo que se aproxima. Uma mudança de humor, frequentes ataques de raiva, uma perpétua agitação da mente tornam a criança quase incontrolável. Ela se torna surda à voz que costumava obedecer; é um leão agitado; desconfia do seu tratador e se recusa a ser controlado.

Aproximadamente dois séculos e meio depois, as novas pesquisas em neurociências vêm corroborando muitas ideias desenvolvimentistas e contrapondo outras, sobre as características comportamentais da adolescência. Herculano-Houzel (2005) destaca um exemplo que ilustra a relação entre as novas pesquisas e as antigas teorias. Ela relembra que o fenômeno da adolescência, geralmente, era explicado através das transformações hormonais. Essa associação gera, segundo a neurocientista, um equívoco, pois faz crer que o comportamento e outros atributos intrínsecos dos adolescentes são gerados pelos hormônios, que, nesta fase, estão em intensas mudanças. “Na verdade, à exceção do interesse sexual, há muito pouca evidência de que as alterações hormonais estejam associadas com as grandes mudanças comportamentais e cognitivas da adolescência” (HERCULANO-HOUZEL, 2005, p. 63).

Assim como o corpo e o comportamento estão em transformação, o encéfalo também passa por grandes mudanças. Lent (2001) afirma que essa reorganização (que começa com muitas conexões entre os neurônios, seguida da eliminação das conexões que não servem) transforma-se na base do imenso aprendizado que ocorre ao longo de toda a adolescência. O neurocientista ressalta que o aprendizado é o processo de aquisição de novas informações, que, retidas na memória, são capazes de nortear o comportamento e o pensamento. Segundo Kolb e Wishaw (2002), a base para o aprendizado é uma alteração no comportamento de um organismo, como resultado de uma experiência. Na adolescência, o que não falta são experiências novas que permitem novas aprendizagens.

### 2.1 DOMÍNIO NÚMERO 1: APRENDER A LIDAR COM UM CORPO QUE CRESCE MUITO RAPIDAMENTE

Conforme Papalia e Feldman (2013), o começo da adolescência torna-se um fenômeno facilmente observável. As características físicas, os chamados caracteres sexuais secundários, evidenciam-se, sendo estas mudanças de ordem biológica produzidas pela puberdade. Entretanto, Outeiral (2008) distingue puberdade de ado-

lescência, afirmando que a primeira é um processo biológico que inicia entre 9 e 14 anos e a segunda é um fenômeno psicológico e social. Assim, os termos, apesar de distintos, estão estreitamente relacionados. A puberdade é um fenômeno justaposto ao fenômeno adolescência.

A transformação substancial do corpo, que adquire as funções e os atributos do corpo adulto, indica o final da infância. Essas mudanças incluem o que Sprinthall e Collins (2003) chamam de surto do crescimento. O rápido crescimento em altura e peso, mudanças na forma e nas proporções do corpo conduzem para a maturidade reprodutiva ou maturidade sexual.

As consequências das transformações do corpo têm repercussão na constituição psicológica do adolescente. Herculano-Houzel (2005) acrescenta que o crescimento rápido do corpo faz com que o adolescente adquira o *status* de estabonado. Na adolescência, ocorre uma adequação da imagem corporal a partir de diferentes informações sensoriais, pois o estirão de crescimento da adolescência traz um problema para o cérebro resolver: o realinhamento entre a imagem somestésica e visual do corpo. Isso acontece, justamente, no período de limpeza sináptica, quando conexões que não são mais úteis ou inconvenientes são eliminadas. “É fácil supor que estas sejam aquelas que representam o esquema ‘velho’ do corpo infantil” (HERCULANO-HOUZEL, 2005, p. 83). Neste mesmo período aumenta a substância branca, permitindo que não só a transmissão sináptica aconteça de forma mais rápida, mas também a reorganização da imagem do corpo no cérebro.

Por esse motivo, a atividade física torna-se um aliado para um melhor desenvolvimento da fase. A atividade física põe à prova a capacidade cardiorrespiratória e a nova condição corporal (óssea, muscular e gordura). Sprinthall e Collins (2003) destacam que o tamanho e a capacidade do coração e dos pulmões, por exemplo, quase duplicam durante o surto de crescimento. Na escola, a oportunidade de trabalhar, diretamente, com o corpo, restringe-se, na maioria das vezes, às aulas de Educação Física. Com uma carga horária reduzida, a disciplina poderia ampliar sua prática em atividades extra, no turno oposto. Oferecer atividades físicas aos adolescentes é uma estratégia bastante interessante no ambiente escolar. Além do enriquecimento curricular, o benefício do exercício diminui a probabilidade do comportamento de risco, evita um estilo de vida sedentário e promove a interação social. Além disso, serve como um catalisador de estímulos ao sistema de recompensa adolescente “[...] e ainda permite que o cérebro realinhe seus mapas sensoriais e

motores por tentativa e erro” (HERCULANO-HOUZEL, 2005, p. 85).

Conforme Bear, Connors e Paradiso (2002), existe uma estrutura fundamental para que essa experiência se concretize: são os núcleos da base. São estruturas que estão localizadas na parte mais interna do cérebro, sob o córtex dos dois hemisférios. Sua função está relacionada à memória e funções executivas que geram e armazenam programas motores complexos. Os núcleos da base não estão implicados na ação motora e, sim, no papel fundamental do aprendizado motor.

Movimentos bem aprendidos, que são automatizados, tornam-se domínio dos núcleos da base e passam a serem realizados relativamente sem esforço, como, por exemplo, domínio da pronúncia da língua estrangeira, domínio de uma modalidade de esporte ou de tocar algum instrumento. Contudo, a adolescência oferece outras experiências a partir da reorganização do encéfalo, lição número dois.

## 2.2 DOMÍNIO NÚMERO 2: APRENDER A LIDAR COM A SEXUALIDADE

Não só o tamanho, o peso, a forma e a capacidade física – que resultam do surto de crescimento – são mudanças que interferem no comportamento do adolescente, com as quais ele vai aprender a lidar. Também as transformações que tornam os sujeitos aptos à reprodução estão entre as alterações mais drásticas da puberdade, segundo Sprinthall e Collins (2003). Esses autores englobam as emoções, os comportamentos, as atitudes que estão associadas aos padrões culturais, sociais e pessoais de resposta nas relações de intimidade, especialmente, física, durante a vida.

Contudo, Herculano-Houzel (2005) reforça que as transformações de ordem sexual, na adolescência, estão, realmente, relacionadas às mudanças hormonais. Para a neurocientista, o encéfalo recebe uma enxurrada de hormônios que não servem, apenas, para produzir diferenças anatômicas e funcionais; eles são fundamentais para determinar, inclusive, a identidade sexual, tornando-o sensível ao sexo, produzindo respostas comportamentais como a preferência sexual.

Torna-se salutar uma especificação em relação à preferência sexual, pois todos os estudos neurocientíficos de ordem genética e endócrina revelam que a preferência sexual se estabelece ainda no útero. “Na ausência de androgênios, o sistema nervoso em desenvolvimento passa a ter diferentes características porque algumas de suas partes expressam um padrão dis-

cretamente diferente de genes, também parece haver uma distinta feminilização do sistema nervoso” (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2002, p. 569). Herculano-Houzel (2005) ressalva que a primeira ação dos hormônios sexuais acontece durante a gestação, cujo pico de testosterona no feto determina a masculinização do encéfalo.

A ação dos hormônios sexuais sobre a via vomeronasal – via responsável por captar feromônios, que levam até o cérebro informações sobre o sexo de outros indivíduos – também está na origem do interesse pelo sexo oposto. Esta é uma síntese muito interessante acerca da identidade sexual na adolescência. Entretanto, a preferência sexual está relacionada com a capacidade de identificar e reagir a feromônios, uma sensível função orgânica que iniciou ainda na gestação e revela a identidade sexual na adolescência.

Para os profissionais da educação, esse esclarecimento científico, baseado em evidências, torna mais substancial o manejo com os adolescentes, principalmente em situações que exigem critérios para discutir questões relacionadas à sexualidade e ao comportamento homossexual. Neste aspecto, o ambiente escolar pode se tornar um espaço de debate. Discutir questões de gênero, sexualidade, namoro, intimidade, maternidade/paternidade precoce são assuntos relevantes nesta época. Saber informar, com o cuidado necessário, para não estimular o que já está altamente excitável é uma tarefa institucional. A escola pode garantir informação precisa e em momentos adequados. As discussões na escola podem produzir um realinhamento entre a maturidade e a experiência sexual de diferentes momentos da adolescência (aqueles que estão “flertando”, “ficando” ou “transando”). Falar sobre sexualidade com adolescentes não é apenas informativo, mas formativo. Bretas e colaboradores (2011) afirmam que a escola complementa o que é iniciado na família, ampliando as informações e esclarecendo dúvidas, debatendo questões morais, preconceitos, desenvolvendo o respeito pelo corpo e pelos sentimentos.

Portanto, o prazer não depende, exclusivamente, do amadurecimento dos órgãos sexuais. O adolescente precisa estar sensível ao sexo. Essa sensibilidade está relacionada ao sistema de recompensa, que passa a ser ativado pelos neurotransmissores produzidos pelo encéfalo em resposta ao carinho, à intimidade e, principalmente, durante o orgasmo. Nada disso seria possível se o encéfalo, ao mesmo tempo, não se tornasse sensível ao sexo.

### 2.3 DOMÍNIO NÚMERO 3: APRENDER A LIDAR COM AS EMOÇÕES

As transformações da puberdade, principalmente as relacionadas ao ritmo acelerado de crescimento e ao comportamento sexual, têm um profundo impacto social e psicológico, segundo Cole e Cole (2004). Essas mudanças, por si só, são suficientes para influenciar o comportamento e a formação da identidade adolescente. Entretanto, elas, sozinhas, não explicam o complexo estado típico da fase.

Conforme Collins et al. (2012), é possível descrever as bases neurobiológicas responsáveis pelo comportamento do adolescente ou, mais especificamente, o comportamento motivado. As estruturas encefálicas envolvidas com a motivação e com as emoções são correlacionadas, incluindo sistema sensorial, sistema de recompensa, liberação de dopamina, estruturas límbicas e lobo frontal, que organiza o comportamento voluntário ressaltam, Gazzaniga e Heatherton (2005).

A compreensão de que a aprendizagem, comportamento, emoção e motivação estão intrinsecamente ligadas remete à ideia de que o encéfalo trabalha em rede. Além disso, a potenciação a longo prazo (PLP), ou seja, o fortalecimento da conexão sináptica, pode ser a explicação da base celular da aprendizagem no cérebro. “Por exemplo, os efeitos da PLP são mais facilmente observados nos locais do cérebro que sabemos estarem envolvidos na aprendizagem e na memória, como o hipocampo” (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2005, p. 210).

Se a aprendizagem é uma mudança relativamente duradoura de comportamento resultante da experiência, e se a experiência serve de estímulo para motivar o comportamento, então, quanto maior a motivação, mais tempo o adolescente permanece na tarefa e mais assertiva a possibilidade de uma aprendizagem a partir da prática. Esse é o pressuposto para a plasticidade sináptica e aprendizagem: “[...] emoção e motivação influenciam a aprendizagem. Os sentimentos, intensificando a atividade das redes neuronais e fortalecendo suas conexões sinápticas, podem estimular a aquisição, a retenção, a evocação e a articulação das informações no cérebro” (CARVALHO, 2011, p. 542).

De acordo com Herculano-Houzel (2005), o sistema de recompensa é formado por estruturas encefálicas capazes de identificar as sensações de prazer e a vontade de repetir o que é bom, ou o que dá certo. Trata-se de um equalizador do bem-estar. Isso está diretamente relacionado com a tomada de decisão, pois boas decisões são aquelas que aumentam as chances de satisfazer

o adolescente. Talvez esse seja exatamente o motivo pelo qual existe uma maior suscetibilidade ao uso de drogas psicotrópicas, “[...] que por definição são capazes de ativar diretamente o sistema de recompensa e oferecer prazer intenso e imediato, numa espécie de ‘efeito colateral’ do funcionamento desse sistema” (HERCULANO-HOUZEL, 2005, p. 93).

Segundo Bear, Connors e Paradiso (2002), o núcleo acumbente é o responsável pela modulação do comportamento prazeroso. Além disso, ele se comunica com o córtex pré-frontal, responsável pela tomada de decisão, e com os núcleos de base, responsáveis pela continuidade de um comportamento. “Portanto, mais dopamina significa maior ativação do núcleo acumbente, e, deste modo, mais prazer” (HERCULANO-HOUZEL, 2005, p. 98). Conclui-se, assim, que a motivação precisa de uma resposta antecipada do sistema de recompensa para que possa gerar um comportamento.

Por mecanismos ainda desconhecidos, a região do núcleo acumbente perde cerca da metade dos receptores para dopamina desde a infância até a vida adulta. O resultado é a diminuição do funcionamento do núcleo acumbente; em consequência, os adolescentes sofrem com o embotamento do sistema de recompensa. As características como a preguiça, o tédio, a inércia, a apatia podem ser explicadas pelo embotamento do sistema de recompensa. Mas, sobretudo, podem ser percebidas em diferentes momentos na vida do adolescente, inclusive na escola. A reflexão em relação ao desempenho escolar e os estados emocionais é bastante pertinente.

Portanto, considerar os aspectos motivacionais pode ser a porta de entrada para o sucesso no aprendizado formal. Um planejamento que evidencie o entusiasmo do professor pode estimular práticas educativas baseadas na motivação. Papalia e Feldman (2013) evidenciam a relação entre motivação e autoeficácia – alunos que acreditam que podem aprender a fazer as coisas e regular sua própria aprendizagem. Em estudo longitudinal com 140 estudantes de 8ª série, a autodisciplina dos alunos foi duas vezes mais significativa do que o QI para explicar suas notas e as pontuações de testes de desempenho (DUCKWORTH; SELIGMAN, 2005 apud PAPALIA; FELDMAN, 2013).

Parece haver duas razões complementares que ajudam o adolescente a lidar com a drástica perda de dopamina e com o tédio: a busca por novos prazeres e o comportamento de risco, ou seja, “arranjar algo novo e excitante para fazer” (HERCULANO-HOUZEL, 2005, p. 106). Conforme Papalia e Feldman (2013), a propen-

são para o comportamento de risco parece estar associada à interação de duas redes neuronais: “(1) uma rede socioemocional que é sensível a estímulos sociais e emocionais, e (2) uma rede de controle cognitivo que regula as respostas a estímulos” (PAPALIA; FELDMAN, 2013, p. 393). Enquanto que a primeira torna-se mais ativo no início da adolescência, a segunda amadurece gradualmente até o começo da vida adulta. Esses achados da pesquisa de Steingerg (2007 apud PAPALIA; FELDMAN, 2013) podem explicar a tendência dos adolescentes a explosões emocionais e comportamentais de risco e por que o comportamento de risco frequentemente ocorre em grupo.

Desafiar o professor em sala de aula é uma atitude bastante comum do adolescente e gera certo *frisson*. O grupo respalda e protege o comportamento individual do colega. Esta é uma boa razão pela qual os educadores devem evitar chamar atenção do aluno na frente do grupo. Responder a uma provocação pode significar, em determinada situação, competição, não com um adolescente, mas contra a turma.

Alguns pesquisadores afirmam que, em alguma medida, o comportamento de risco do adolescente é uma experiência desenvolvimentista apropriada. Além disso, adolescentes que apresentam uma quantidade moderada de comportamento de risco “revelam melhores habilidades sociais do que aqueles que quase não correm risco ou se arriscam excessivamente” (SHEDLER; BLOCK, 1990 apud GAZZANIGA; HEATHERTON, 2005, p. 391). Portanto, o comportamento de risco e as transgressões não servem para irritar os professores ou se rebelar contra a sociedade, mas são fatores que assinalam o desenvolvimento normal.

#### 2.4 DOMÍNIO 4: APRENDER A CONTROLAR E PLANEJAR

As transformações cognitivas, como a capacidade de pensar, raciocinar e de resolver problemas, também possuem indicadores próprios na adolescência, segundo Sprinthall e Collins (2003). “Os processos para obter, manipular, e reter informações são aspectos funcionais da cognição. Entre esses estão aprender, lembrar e raciocinar, todos os quais melhoram durante a adolescência” (PAPALIA; FELDMAN, 2013, p. 404). Essas características funcionais, como o aumento na velocidade de processamento e desenvolvimento das funções executivas, estão associadas ao período da adolescência.

Para Herculano-Houzel (2005), a impulsividade, a incapacidade de antecipar as consequências das ações e a dificuldade de fazer planos a longo prazo são prerro-

gativas da infância que avançam sobre a adolescência, porém tendem a diminuir no decorrer da fase. Aproximando-se do início da vida adulta, o cérebro, mais amadurecido, renuncia, gradativamente, aos comportamentos resultantes da puberdade e do embotado sistema de recompensa. A partir da reorganização neural e do aprendizado decorrente das experiências pelas quais o adolescente passa, uma nova forma de responder aos estímulos começa a aparecer. Um novo equilíbrio é vislumbrado. Mas, para que isso aconteça, o adolescente conta com o auxílio de uma grande e importante estrutura cerebral, o lobo frontal (HERCULANO-HOUZEL, 2005).

Não se trata apenas de uma questão de volume ou tamanho do lobo frontal – se assim fosse, o adolescente estaria no ápice em relação às funções executivas, e não está –, mas de conectividade, de qualidade do funcionamento do lobo frontal. Perdas na densidade desta substância estão relacionadas ao funcionamento mais eficiente de várias regiões do córtex. “A substância cinzenta diminui em uma onda inversa à medida que o cérebro amadurece e conexões neurais são desativadas” (GOGTAY et al., 2004 apud PAPALIA; FELDMAN, 2013, p. 392).

Segundo Gazzaniga e Heatherton (2005), o córtex órbito-frontal é particularmente importante para o planejamento e coordenação dos comportamentos destinados a atingir um objetivo. Responde, fundamentalmente, pelo comportamento social, pois está interligado com estruturas relacionadas com a emoção e memória de experiências passadas, com a amígdala e o hipocampo. “Portanto, a noção geral é que o córtex órbito-frontal contribui para a autorregulação ao avaliar o valor da recompensa e informar sobre respostas emocionais às situações” (GAZZANIGA; HEATHERTON, 2005, p. 285).

O córtex pré-frontal dorsolateral é a última porção do cérebro a amadurecer e está envolvida com a seleção e inibição de ações. Interligado com outras regiões do córtex frontal e estruturas como os núcleos da base e córtex cingulado anterior, é o grande responsável pelas funções executivas: memória operacional, controle dos impulsos, raciocínio abstrato e relação causa/efeito, de acordo com Gazzaniga e Heatherton (2005). Assim, o córtex pré-frontal dorsolateral é responsável por boa parte das mudanças que acontecem na adolescência. Estas estruturas são encarregadas pelo monitoramento dos erros e responsáveis pela flexibilidade cognitiva, assim como a porção mais anterior da sequência após definir a ação: a capacidade de agir de outra forma

com base em uma memória específica é chamada de controle episódico do comportamento.

“Na verdade, a impulsividade, a incapacidade de antecipar consequências desastrosas de seus atos, a distração e o comportamento utilitário não surgem na adolescência; essas são características manifestas já no comportamento infantil” (HERCULANO-HOUZEL, 2005, p. 132). Entretanto a criança possui um córtex pré-frontal em funcionamento; a diferença é que, na adolescência, o córtex pré-frontal sofre uma reorganização de sua conectividade, ou seja, aumenta a qualidade do seu funcionamento. “Adolescentes que exercitam seus cérebros aprendendo a ordenar seus pensamentos, a entender conceitos abstratos e a controlar seus impulsos estão estabelecendo as bases neurais que utilizarão pelo resto de suas vidas” (ACT FOR YOUTH, 2002 apud PAPALIA; FELDMAN, 2013, p. 394).

A cognição muda durante a adolescência, reafirmam Gazzaniga e Heatherton (2005). Eles descrevem o resultado do trabalho de Keating (1980), que complexificou as ideias de Piaget quanto ao estágio das operações formais, expandindo para cinco qualidades básicas o pensamento do adolescente: pensar sobre possibilidades, pensar à frente, pensar sobre hipóteses, pensar sobre os pensamentos, pensar além dos limites convencionais. Portanto, a base do pensamento abstrato está na capacidade cerebral de representar objetos que não estão mais sob o campo de visão.

A habilidade de conservar na mente um objeto que não está no campo de visão é prerrogativa da memória operacional. Essa é uma memória que se forma muito cedo e vai sendo refinada, juntamente com o córtex pré-frontal dorsolateral, onde “[...] conexões mais eficientes entre neurônios, contendo apenas as sinapses necessárias, devem tornar mais precisa e eficaz a codificação da informação na memória operacional” (HERCULANO-HOUZEL, 2005, p. 158). O refinamento da memória operacional, na adolescência, cumpre um papel evolutivo: permite que o adolescente aprenda a lidar com o desconhecido.

Outra mudança estrutural na adolescência está relacionada à crescente quantidade de conhecimento armazenada na memória de longo prazo (PAPALIA; FELDMAN, 2013). A capacidade de compreender conteúdos abstratos, armazenar informações, realizar um raciocínio hipotético dedutivo proporciona uma habilidade para resolver problemas. Outeiral (2008) relembra que, nesta etapa, a conquista do pensamento formal oferta ao adolescente a capacidade de elaborar conclusões. Especialmente no ambiente escolar, essas característi-

cas são importantes. Em verdade, “[...] a escola é quase tudo para o adolescente: é o local de trabalho, é o núcleo de convívio social e o meio no qual ele adquire os conhecimentos básicos, que servirão mais adiante para o treino profissional ou para ingressar na universidade” (PAGNONCELLI, 2008, p. 75).

Com a diminuição da substância cinzenta e o aumento da substância branca, a reorganização tem consequências em diferentes regiões encefálicas, entre elas regiões responsáveis pela linguagem, memória operacional, capacidade de seleção, inibição de comportamento e a supressão de respostas automáticas, conforme Herculano-Houzel (2005). Com o amadurecimento do lobo pré-frontal e das funções executivas, entre elas a tomada de decisão, o controle dos impulsos, a apreciação emocional de seus atos, o adolescente dá fim às drásticas transformações encefálicas da fase, mas não sem antes colocar tudo isso em prática, experimentando a vida em sociedade.

## 2.5 DOMÍNIO 5: APRENDER A VIVER EM SOCIEDADE

Sprinthall e Collins (2003) destacam que a adolescência é um período de intenso aprendizado social. Uma vida bem-sucedida em sociedade não depende, apenas, de um corpo maduro e da capacidade cognitiva. Herculano-Houzel (2005) salienta que duas habilidades são fundamentais para uma transição saudável para a vida adulta: a habilidade de usar as próprias emoções como norteadoras de boas decisões e a capacidade de empatia com os outros. Querer ser ou fazer igual ao outro, temporariamente, é um jeito de criar empatia. Exercitar a empatia leva a resultados muito expressivos, como a tolerância, o respeito.

Esse fenômeno, também, é consequência da reorganização neural na adolescência. O adolescente sem referência ou modelo passa a imitar, repetir comportamentos que chamam sua atenção. Segundo Gazzaniga e Heatherton (2005), essa tendência a imitar foi descoberta por Gallese e Rizzolatti em 1996 através de experimentos com macacos. Esses pesquisadores descobriram que os neurônios do córtex pré-motor, além de comandar movimentos específicos do corpo, também respondem, da mesma forma, à simples visão do movimento sendo executado por outra pessoa. Esses neurônios foram chamados de neurônios-espelhos e encontrados em humanos em 1998 por Gallese e Goldman. Conforme Gazzaniga e Heatherton (2005), a função dos neurônios-espelhos pode estar relacionada com a base da aprendizagem de imita-

ção. Além disso, podem ser responsáveis pela capacidade de empatia e até de interpretação da intenção alheia.

Neste estágio de desenvolvimento, os humanos se destacam pela cognição social, segundo Sprinthall e Collins (2003). A cognição social envolve estruturas como a amígdala, lobo frontal, núcleo acumbente, cíngulo anterior e o sulco temporal superior, cujos neurônios respondem a estímulos sociais complexos, destaca Herculano-Houzel (2005). Entre esses estímulos sociais complexos está a Teoria da Mente. A Teoria da Mente depende da empatia, que, por sua vez, envolve uma “imitação interna” das ações e emoções do outro. Além disso, a imitação aumenta as chances do adolescente se reconhecer, realizando tarefas em parceria. Essa, talvez, poderia ser mais uma das explicações para o comportamento de grupo, mas isso é só especulação.

Por qual razão é tão difícil lidar com o adolescente, depois de tornar-se adulto, ou seja, quando somos titular de um encéfalo amadurecido, sendo capaz de lidar com os mais simples e complexos problemas? A resposta parece que vem do próprio adolescente. É preciso viver essa fase com a intensidade que ela exige, experimentar e aprender tudo que ela tem a ensinar, não deixar para depois, porque se não, “depois, já era”.

## 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As novas possibilidades de descobrir, através das neurociências, como se desenvolve o encéfalo geram informações valiosas sobre as bases neuropsicológicas do comportamento adolescente. Atualmente, muito do que se analisa sobre comportamentos considera, sobretudo, a influência social. Porém, as transformações típicas da adolescência parecem ser universais, e há registros de que são, inclusive, atemporais, como, por exemplo, as mudanças no corpo que aparecem de forma rápida e não são menos evidentes do que as mudanças no comportamento.

Baseado no conteúdo desta revisão bibliográfica, é possível elaborar algumas considerações e levantar ideias para o trabalho com adolescentes. Partamos de duas premissas constatadas a partir deste trabalho: a primeira, de que as mudanças do adolescente – físicas, cognitivas e sociopsicológicas – são resultado do encéfalo adolescente. Segunda, de que todo indivíduo já foi, é ou será adolescente.

Assim, educadores que trabalham com adolescente, em sua maioria, já adquiriram a experiência e o amadurecimento por ter atravessado, de forma bem-sucedida, a adolescência. Seus encéfalos amadurecidos e está-

veis são capazes de comandar funções complexas, como interpretar dados, planejar ações, inibir impulsos, tomar decisões mais acertadas, imaginar realidades possíveis, entre outras. Por outro lado, em treinamento, ou mesmo em apuros, o encéfalo do adolescente não conta com as mesmas habilidades. Assim, o adulto é capaz de antecipar situações desagradáveis, o adolescente ainda não. Nesse momento, uma alternativa é “emprestar” o córtex pré-frontal para eles (HERCULANO-HOUZEL, 2005).

A recomendação é que, em vez de entrar em conflito, o adulto deveria reconhecer a situação e pensar em opções variadas junto com o adolescente, como destaca Herculano-Houzel (2005). Uma vez que as alternativas se apresentem, ele será capaz de apreciá-las, pensar a respeito e ainda tomar uma decisão final.

Além disso, conhecer o funcionamento do encéfalo e sua relação com o comportamento adolescente é importante para os profissionais da educação, pois pode auxiliá-los, ainda mais, no planejamento estratégico das aulas. Um exemplo está na busca por novos prazeres, própria da fase, que, associada à recém-inaugurada capacidade de raciocínio lógico, leva a grandes descobertas – muitas precisam ser apresentadas e estar à disposição –, como atividades intelectuais, entre as quais a literatura, filosofia, teatro, música, política, cinema. Outro exemplo são os esportes, que juntam as habilidades físicas em desenvolvimento com as atividades sociais. Exercícios físicos, além de aumentar a produção de dopamina, oferecem uma boa alternativa à preguiça e ao tédio.

Portanto, mesmo que seja difícil precisar o começo e o final da adolescência, ela apresenta-se como uma passagem obrigatória pelo ciclo da vida. Ou, como Herculano-Houzel (2005) descreve, trata-se de um período inevitável, mas não indesejável. Pelo contrário, “[...] um cérebro congelado no início da adolescência, incapaz de aprender com seus erros, não consegue completar a adolescência, fica incapacitado de cuidar de si e dos outros” (HERCULANO-HOUZEL, 2005, p. 208).

## REFERÊNCIAS

- ABERASTURY, A.; KNOBEL, M. **Adolescência normal: um enfoque psicanalítico**. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- ARIËS, Philippe. **História social da criança e da família**. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1981.
- BAUM, M. Willian. **Compreender o behaviorismo: ciência, comportamento e cultura**. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- BEAR, F. Mark; CONNORS, W. Barry; PARADISO, A. Michael. **Neurociências: desvendando o sistema nervoso**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- BLOS, Peter. **Adolescência, uma interpretação psicanalítica**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- BRETAS, José Roberto da Silva et al. Aspectos da sexualidade na adolescência. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 7, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232011000800021&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232011000800021&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 01 jul. 2014.
- BRITO, V. N.; MONTEIRO, K. C.; LATRONICO, A. C. Alterações neuroendócrinas da puberdade. In: ANTUNES-RODRIGUES, J. et al. **Neuroendocrinologia básica e aplicada**. São Paulo: Guanabara-Koogan, 2005.
- CAGNINI, Simone. A pesquisa em neuropsicologia: desenvolvimento histórico, questões teóricas e metodológicas. **Psicologia em Pesquisa UFJF**, v. 4, n. 2, p. 118-134, jul./dez. 2010.
- CARVALHO, Fernanda Antoniolo Hammes de. Neurociências e educação: uma articulação necessária na formação docente. **Trab. Educ. Saúde**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 537-550, nov. 2010/fev. 2011.
- COATES, Verónica. História brasileira da medicina do adolescente: comemorando 10 anos da ASBRA. **Adolesc. Latinoam.**, v. 1, n. 4, p. 260-265, Dic. 1999.
- \_\_\_\_\_. **História brasileira da medicina do adolescente: comemorando 10 anos da ASBRA**. Disponível em: <[http://ral-adolesc.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-71301999000100010&lng=es&nrm=iso](http://ral-adolesc.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-71301999000100010&lng=es&nrm=iso)>. Acesso em: 26 jun. 2013.
- COLE, Michel; COLE, R. Sheila. **O desenvolvimento da criança e do adolescente**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- COLLINS, F. Paul et al. Dopaminergic modulation of incentive motivation in adolescence: age-related changes in signaling, individual differences, and implications for the development of self-regulation. **Developmental Psychology**, v. 48, n.3, p. 844-861, 2012.
- COSENZA, M. Ramon; GUERRA, B. Leonor. **Neurociência e educação: como o cérebro aprende**. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- DAMÁSIO, R. António. **O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano**. São Paulo: Companhia das Letras, 1998.
- FONSECA, Vitor da. **Introdução às dificuldades de aprendizagem**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 1995.
- GAZZANIGA, S. Michael; HEATHERTON, F. Todd. **Ciência psicológica: mente, cérebro e comportamento**. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- GIEDD, Jay N. et al. Brain development during childhood and adolescence: a longitudinal MRI study. **Nature Neuroscience**, v. 2, n. 10, p. 861-863, Oct. 1999.
- GLADWINA, Thomas E. et al. Addiction, adolescence, and the integration of control and motivation. **Developmental Cognitive Neuroscience**, v. 1, n. 12, p. 364-376, 2011.

- GROSSMAN, Eloisa. A adolescência através dos tempos: adolescência latino-americana. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 26, n. 2, p. 227-234, abr./jun. 2010.
- HAASE, G. Vítor; FERREIRA de O., Fernanda; PENNA, J. Francisco. **Aspectos biopsicossociais**: da saúde na infância e adolescência. Belo Horizonte: Coopmed, 2009.
- HAMDAN, C. Amer; PEREIRA, A. P. Ana; RIECHI, J. I. Tatiana. Avaliação e reabilitação neuropsicológica: desenvolvimento histórico e perspectivas atuais. **Interação em Psicologia**, n.15 (edição especial), p. 47-58, 2011.
- HERCULANO-HOUZEL, S. **O cérebro em transformação**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2005.
- JUVENTUDE.GOV.BR. **Secretaria Nacional da Juventude**. Disponível em: <<http://www.juventude.gov.br/>>. Acesso em: 04 maio 2013.
- KANDEL, E. R.; SCHWARTZ, J. H.; JESSEL, T. M. **Princípios da neurociência**. 4. ed. São Paulo: Manole, 2003.
- KOLB, B.; WHISHAW, Q. Ian. **Neurociência do comportamento**. São Paulo: Manole, 2002.
- KRISTENSEN, H. Christian; ALMEIDA, Rosa de M. M.; GOMES, B. William. Desenvolvimento histórico e fundamentos metodológicos da neuropsicologia cognitiva. **Psicologia: reflexão e crítica**, v. 14, n. 2, p. 259-74, 2001.
- LAMBERT, Kelly; KINSLEY, H. Craig. **Neurociência clínica: as bases neurobiológicas da saúde mental**. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- LENT, Roberto. **Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência**. São Paulo: Atheneu, 2001.
- LUCIANA, Monica et al. Dopaminergic modulation of incentive motivation in adolescence: age-related changes in signaling, individual differences, and implications for the development of self-regulation. **University of Minnesota Developmental Psychology**, v. 48, n. 3, p. 844-861, 2012.
- MACHADO, Ângelo. **Neuroanatomia funcional**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 1993.
- NIH. Disponível em: <<http://www.nih.gov/science/brain/>>. Acesso em: 10 maio 2013.
- OUTEIRAL, José. **Adolescer: estudos revisados sobre adolescência**. 3. ed. São Paulo: Revinter, 2008.
- PAGNONCELLI, Ronald. **Para entender o adolescente**. Rio de Janeiro: L&PM Pocket, 2008.
- PALFREY, J.; GASSER, U. **Nascidos na era digital: entendendo a primeira geração de nativos digitais**. Porto Alegre: Artmed, 2011.
- PAPALIA, D. E.; OLDS, S. W.; FELDMAN, R. D. **Desenvolvimento humano**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- PAPALIA, D. E.; FELDMAN, R. D. **Desenvolvimento humano**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- PORTAL BRASIL. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/ciencia-e-tecnologia>>. Acesso em: 10 maio 2013.
- SBNEC. Disponível em: <<http://www.sbneec.org.br/site/>>. Acesso em: 12 jul. 2013.
- SHAFFER, David R.; KIPP, Katherine. **Psicologia do desenvolvimento: infância e adolescência**. 8. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- SOWELL, Elizabeth R. et al. Toga1 longitudinal mapping of cortical thickness and brain growth in normal children. **The Journal of Neuroscience**, v. 24, n. 38, p. 8223-8231, Sept. 2004.
- SPRINTHALL, A. Norman; COLLINS, W. Andrew. **Psicologia do adolescente: uma abordagem desenvolvimentista**. 3. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2003.
- THE FUTURE LABORATORY. Disponível em: <<http://www.thefuturelaboratory.com/>>. Acesso em: 08 maio 2013.