

## NEUROCIÊNCIA DOS TRANSTORNOS DE APRENDIZAGEM

### NEUROSCIENCE OF LEARNING DISORDERS

- Elci Maria Gomes de Sá Ceschi
- Felipe Custódio da Silva
- Fernanda Fernandes da Silva
- Nicole Mariusso Vian
- Wander Henrique Gomes Ceschi

#### Resumo

O presente artigo aborda a contribuição da neurociência para a compreensão dos transtornos de aprendizagem, destacando suas implicações para o contexto educacional. Parte-se do pressuposto de que aprender envolve processos neurobiológicos, cognitivos e socioemocionais interdependentes. O objetivo é analisar fundamentos da neurociência da aprendizagem, caracterizar principais transtornos e discutir práticas pedagógicas inclusivas. Trata-se de pesquisa bibliográfica, de abordagem qualitativa e caráter exploratório-descritivo. O referencial teórico baseia-se em autores como Eric Kandel, Stanislas Dehaene, António Damásio, Sally Shaywitz, Jean Piaget e Lev Vygotsky. Os resultados indicam que a compreensão dos processos cerebrais contribui para práticas pedagógicas mais eficazes e inclusivas. Conclui-se que a articulação entre neurociência e educação potencializa a aprendizagem e favorece o atendimento às diferenças individuais.

Palavras-chave: Neurociência. Transtornos de aprendizagem. Educação. Cognição. Inclusão.

#### Abstract

This article discusses the contribution of neuroscience to understanding learning disorders, highlighting its implications for the educational context. It assumes that learning involves interdependent neurobiological, cognitive, and socio-emotional processes. The objective is to analyze the foundations of neuroscience of learning, characterize major disorders, and discuss inclusive pedagogical practices. This is a bibliographic study with a qualitative and exploratory-descriptive approach. The theoretical framework is based on authors

such as Eric Kandel, Stanislas Dehaene, António Damásio, Sally Shaywitz, Jean Piaget and Lev Vygotsky. Results indicate that understanding brain processes contributes to more effective and inclusive pedagogical practices. It is concluded that the articulation between neuroscience and education enhances learning and supports individual differences.

Keywords: Neuroscience. Learning disorders. Education. Cognition. Inclusion.

## 1 INTRODUÇÃO

A aprendizagem humana tem sido objeto de investigação em diferentes áreas do conhecimento, especialmente na psicologia e na educação. No entanto, com os avanços da neurociência nas últimas décadas, tornou-se possível compreender com maior precisão os processos biológicos que sustentam o aprender. Estudos demonstram que aprender implica modificações estruturais e funcionais no cérebro, resultantes da interação entre experiência e atividade neural (KANDEL, 2009; DEHAENE, 2012).

Nesse contexto, os transtornos de aprendizagem emergem como um campo de estudo relevante, pois envolvem dificuldades persistentes que não podem ser explicadas apenas por fatores pedagógicos ou socioculturais. A dislexia, por exemplo, apresenta base neurobiológica associada a dificuldades

no processamento fonológico, como aponta Sally Shaywitz (SHAYWITZ, 2003).

Entretanto, uma análise reducionista, centrada exclusivamente no cérebro, seria insuficiente. A aprendizagem é também um fenômeno social e cultural, conforme defendem Lev Vygotsky (VYGOTSKY, 1991) e Paulo Freire (FREIRE, 1996), que ressaltam o papel da mediação e do contexto na construção do conhecimento.

Dessa forma, compreender os transtornos de aprendizagem exige uma abordagem interdisciplinar, que integre neurociência, psicologia e educação. Este artigo tem como objetivo aprofundar essa discussão, analisando os principais fundamentos teóricos e suas implicações pedagógicas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se como bibliográfica, com abordagem qualitativa e natureza exploratório-descritiva. Esse tipo de investigação permite analisar criticamente produções científicas existentes, favorecendo a compreensão aprofundada do fenômeno estudado (GIL, 2008;

MINAYO, 2001).

O levantamento teórico foi realizado em bases como Google Scholar, SciELO e CAPES Periódicos, utilizando descritores como “neurociência”, “transtornos de aprendizagem”, “dislexia” e “educação”.

Foram selecionados autores clássicos e contemporâneos da área, como Eric Kandel (KANDEL, 2009), Stanislas Dehaene (DEHAENE, 2012), António Damásio (DAMÁSIO, 2012), Uta Frith (FRITH, 1990) e Keith Stanovich (STANOVICH, 2000).

A análise dos dados foi realizada por meio da técnica de análise de conteúdo, permitindo a organização das informações em categorias temáticas (BARDIN, 2011).

## 3 Fundamentos da Neurociência da Aprendizagem

A neurociência da aprendizagem investiga como o cérebro processa, armazena e recupera informações. Um dos conceitos centrais dessa área é a plasticidade cerebral, que se refere à capacidade do cérebro de modificar suas conexões em resposta às

experiências (KANDEL, 2009).

Eric Kandel demonstrou que a aprendizagem está associada a alterações nas conexões sinápticas, reforçando circuitos neurais por meio da repetição e da experiência (KANDEL, 2009). Essa perspectiva rompe com a ideia de que a inteligência é fixa, evidenciando que o cérebro é dinâmico e adaptável.

Na mesma direção, Stanislas Dehaene explica que a leitura não é uma habilidade natural, mas uma construção cultural que exige reorganização cerebral, especialmente em áreas relacionadas ao reconhecimento visual e processamento fonológico (DEHAENE, 2012).

Além disso, António Damásio destaca que emoção e cognição são inseparáveis. Segundo o autor, estados emocionais influenciam diretamente a atenção, a memória e a tomada de decisão, elementos fundamentais para a aprendizagem (DAMÁSIO, 2012).

A compreensão dos transtornos de aprendizagem exige um diálogo consistente com as teorias do desenvolvimento cognitivo, uma vez

que aprender não é um processo isolado, mas está profundamente relacionado às formas pelas quais o sujeito constrói conhecimento ao longo de sua trajetória. Nesse sentido, diferentes autores contribuem para ampliar a compreensão das dificuldades de aprendizagem, especialmente ao evidenciar que o desenvolvimento cognitivo ocorre de maneira dinâmica, influenciado por fatores internos e externos (PIAGET, 1975; VYGOTSKY, 1991).

A perspectiva construtivista de Jean Piaget parte do pressuposto de que o conhecimento não é transmitido pronto, mas construído ativamente pelo sujeito por meio da interação com o meio (PIAGET, 1975). Para o autor, o desenvolvimento ocorre por meio de processos de assimilação e acomodação, nos quais o indivíduo incorpora novas informações e reorganiza seus esquemas mentais. Essa visão tem implicações importantes para a compreensão dos transtornos de aprendizagem, pois indica que dificuldades podem estar relacionadas a descompassos no desenvolvimento dessas estruturas cognitivas.

Entretanto, é importante destacar que

Jean Piaget enfatiza estágios relativamente universais do desenvolvimento, o que pode limitar a compreensão das diferenças individuais mais acentuadas, como aquelas presentes em alunos com transtornos de aprendizagem. Nesse ponto, a teoria histórico-cultural de Lev Vygotsky amplia o debate ao considerar o papel central do contexto social e da mediação na aprendizagem (VYGOTSKY, 1991).

Para Lev Vygotsky, o desenvolvimento cognitivo ocorre inicialmente no plano social, para depois internalizar-se no plano individual. O conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) é particularmente relevante, pois indica que o aluno pode realizar determinadas tarefas com o auxílio de um mediador mais experiente, como o professor ou colegas (VYGOTSKY, 1991). Essa perspectiva é fundamental para compreender que alunos com transtornos de aprendizagem não possuem limitações fixas, mas potencialidades que podem ser desenvolvidas com intervenções adequadas.

Além disso, a teoria vygotskyana reforça a importância da linguagem

como instrumento mediador do pensamento. Dificuldades de aprendizagem, especialmente aquelas relacionadas à leitura e à escrita, podem estar associadas a desafios nesse processo de mediação simbólica, o que exige práticas pedagógicas que valorizem a interação, o diálogo e o uso de diferentes linguagens.

Outro ponto relevante refere-se à articulação entre desenvolvimento cognitivo e funcionamento cerebral. A neurociência contemporânea, representada por autores como Stanislas Dehaene, mostra que o desenvolvimento das habilidades cognitivas está relacionado à maturação e reorganização de circuitos neurais específicos (DEHAENE, 2012). Isso significa que dificuldades de aprendizagem podem estar associadas tanto a aspectos do desenvolvimento cognitivo quanto a particularidades neurobiológicas.

Ao integrar essas perspectivas, torna-se possível compreender que o desenvolvimento cognitivo não ocorre de forma linear ou homogênea. Cada aluno apresenta um percurso singular, influenciado por fatores biológicos, sociais e educacionais. Dessa forma,

práticas pedagógicas devem ser flexíveis e adaptáveis, considerando o ritmo e as necessidades de cada estudante.

Além disso, é importante destacar que dificuldades de aprendizagem não devem ser interpretadas como incapacidade permanente. Ao contrário, como apontam Lev Vygotsky e Jean Piaget, o desenvolvimento é um processo contínuo, passível de transformação por meio da intervenção pedagógica adequada (VYGOTSKY, 1991; PIAGET, 1975).

Portanto, compreender o desenvolvimento cognitivo é fundamental para a atuação docente, pois permite identificar necessidades específicas, planejar intervenções mais eficazes e promover uma aprendizagem significativa. A articulação entre teorias do desenvolvimento e conhecimentos da neurociência amplia as possibilidades de atuação pedagógica, contribuindo para uma educação mais inclusiva e equitativa.

#### **4. Implicações Pedagógicas da Neurociência na Prática Docente**

A incorporação dos conhecimentos da

neurociência no campo educacional tem provocado importantes reflexões sobre a prática pedagógica, especialmente no que se refere ao ensino de alunos com transtornos de aprendizagem. Contudo, é fundamental evitar uma aplicação simplista ou reducionista desses conhecimentos. A neurociência não oferece “receitas prontas”, mas contribui para uma compreensão mais aprofundada de como o cérebro aprende, permitindo ao professor tomar decisões pedagógicas mais fundamentadas (DEHAENE, 2012; DAMÁSIO, 2012).

Um dos principais aportes refere-se à compreensão da atenção como elemento central no processo de aprendizagem. Estudos indicam que o cérebro aprende melhor quando está engajado, motivado e emocionalmente envolvido. Nesse sentido, António Damásio destaca que emoção e cognição são processos indissociáveis, influenciando diretamente a memória e a tomada de decisões (DAMÁSIO, 2012). Isso implica que práticas pedagógicas descontextualizadas ou excessivamente mecânicas tendem a ter menor impacto na aprendizagem.

Além disso, Stanislas Dehaene aponta

que o cérebro aprende por meio de mecanismos como repetição, associação e feedback. Para o autor, o erro desempenha papel fundamental, pois permite ao sistema cognitivo ajustar hipóteses e reorganizar conhecimentos (DEHAENE, 2012). Dessa forma, o ambiente escolar deve valorizar o erro como parte do processo, e não como fracasso.

Outro aspecto relevante é a necessidade de diversificação metodológica. Estratégias multissensoriais, que envolvem visão, audição, movimento e manipulação, favorecem a aprendizagem, especialmente para alunos com transtornos como dislexia. Ao ativar diferentes áreas cerebrais, essas práticas ampliam as possibilidades de compreensão e retenção de informações.

Sob uma perspectiva crítica, Paulo Freire reforça que ensinar exige respeito aos saberes dos alunos e compromisso com a construção de sentido (FREIRE, 1996).

Assim, a neurociência deve dialogar com uma pedagogia humanizadora, evitando práticas tecnicistas e valorizando a dimensão social da

aprendizagem.

## 5. Inclusão Escolar e Transtornos de Aprendizagem

A inclusão escolar de alunos com transtornos de aprendizagem representa um dos maiores desafios da educação contemporânea. Embora haja avanços legais e teóricos, a prática ainda revela dificuldades na efetivação de uma educação que atenda às necessidades de todos os estudantes.

Maria Teresa Eglér Mantoan defende que a inclusão implica uma transformação profunda da escola, que deve abandonar modelos seletivos e excludentes (MANTOAN, 2003). Para a autora, não é o aluno que deve se adaptar à escola, mas a escola que deve se reorganizar para acolher a diversidade.

Nesse contexto, alunos com transtornos de aprendizagem frequentemente enfrentam invisibilidade pedagógica. Diferentemente de outras condições, suas dificuldades nem sempre são imediatamente reconhecidas, o que pode levar a interpretações equivocadas, como falta de interesse ou esforço.

Tal situação evidencia a necessidade de formação docente específica e sensível às diferenças (GATTI, 2016).

Romeu Kazumi Sasaki contribui ao afirmar que a inclusão exige a eliminação de barreiras, sejam elas físicas, pedagógicas ou atitudinais (SASSAKI, 1997). No caso dos transtornos de aprendizagem, as barreiras pedagógicas são particularmente relevantes, exigindo flexibilização curricular e adaptação de estratégias de ensino.

Além disso, a inclusão não deve ser entendida como um favor ou concessão, mas como um direito. Isso implica garantir acesso, permanência e aprendizagem significativa para todos os estudantes, conforme princípios de equidade educacional.

## **6. Avaliação da Aprendizagem em Perspectiva Neuroeducacional**

A avaliação da aprendizagem constitui um dos pontos mais sensíveis quando se trata de estudantes com transtornos de aprendizagem. Modelos tradicionais, baseados exclusivamente em provas padronizadas e desempenho uniforme, tendem a reforçar desigualdades e não

refletem adequadamente os processos individuais de aprendizagem.

A partir das contribuições da neurociência, compreende-se que cada cérebro aprende de maneira singular, com tempos, estratégias e ritmos próprios. Assim, a avaliação precisa considerar essa diversidade, adotando uma perspectiva formativa e contínua (DEHAENE, 2012).

José Carlos Libâneo destaca que a avaliação deve estar integrada ao processo de ensino, permitindo ao professor acompanhar o desenvolvimento do aluno e ajustar suas práticas pedagógicas (LIBÂNEO, 2004). Nesse sentido, avaliar não é apenas medir resultados, mas compreender processos.

Estratégias como portfólios, observação contínua, registros qualitativos e avaliações diversificadas possibilitam uma visão mais ampla da aprendizagem. Para alunos com transtornos, é fundamental oferecer diferentes formas de expressão do conhecimento, como atividades orais, visuais ou práticas.

Além disso, a avaliação deve ter caráter

inclusivo, evitando comparações padronizadas e valorizando avanços individuais. Essa abordagem contribui para a construção da autoestima do aluno e para o fortalecimento de sua relação com a aprendizagem.

## **7. O Papel da Emoção e da Motivação na Aprendizagem**

A aprendizagem não é um processo exclusivamente cognitivo, mas envolve dimensões emocionais e motivacionais que influenciam diretamente o desempenho escolar. A neurociência tem evidenciado que emoções positivas favorecem a atenção, a memória e a tomada de decisão, enquanto emoções negativas podem dificultar esses processos (DAMÁSIO, 2012).

Antônio Damásio argumenta que emoção e razão são inseparáveis, sendo a emoção um componente essencial da tomada de decisões e da aprendizagem (DAMÁSIO, 2012). Isso implica que o ambiente escolar precisa ser acolhedor, estimulante e seguro para promover o engajamento dos estudantes.

No caso de alunos com transtornos de aprendizagem, experiências repetidas

de fracasso podem gerar desmotivação, ansiedade e baixa autoestima. Esses fatores emocionais podem agravar as dificuldades já existentes, criando um ciclo de exclusão.

Paulo Freire enfatiza que a educação deve promover a autonomia e a confiança do aluno, valorizando sua capacidade de aprender (FREIRE, 1996). Assim, práticas pedagógicas que reconhecem avanços, incentivam a participação e respeitam o ritmo do estudante contribuem para o fortalecimento da motivação.

Portanto, considerar a dimensão emocional da aprendizagem é essencial para o desenvolvimento integral dos alunos e para a construção de práticas pedagógicas mais humanizadas.

## **8. Formação Docente e Desafios Contemporâneos**

A formação de professores constitui elemento central para a efetivação de práticas pedagógicas inclusivas e fundamentadas na neurociência. No entanto, muitos docentes ainda não possuem formação específica para lidar com transtornos de aprendizagem, o que pode gerar insegurança e

dificuldades na prática.

António Nóvoa defende que a formação docente deve estar articulada à prática e baseada na reflexão crítica sobre o cotidiano escolar (NÓVOA, 1992). Para o autor, o professor aprende ao analisar sua própria ação e ao compartilhar experiências com outros profissionais.

Bernadete Gatti reforça que a formação continuada é essencial para responder aos desafios contemporâneos da educação, incluindo a inclusão escolar e o uso de conhecimentos da neurociência (GATTI, 2016).

Além disso, é importante destacar que a formação não deve ser apenas técnica, mas também ética e política. O professor precisa compreender seu papel na construção de uma escola inclusiva e comprometida com a equidade.

Outro desafio refere-se à necessidade de evitar neuromitos, ou seja, interpretações equivocadas de conceitos da neurociência aplicados à educação. A formação docente deve, portanto, promover uma leitura crítica desses conhecimentos, evitando práticas simplistas ou sem respaldo

científico.

Conclui-se que investir na formação docente é condição fundamental para a construção de práticas pedagógicas mais conscientes, inclusivas e eficazes, capazes de atender às demandas de uma educação contemporânea marcada pela diversidade.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida ao longo deste estudo evidencia que a compreensão dos transtornos de aprendizagem exige uma abordagem integrada, que articule conhecimentos da neurociência, da psicologia do desenvolvimento e da educação. Os avanços científicos na área da neurociência contribuíram significativamente para desmistificar concepções reducionistas sobre o aprender, demonstrando que o cérebro é plástico, dinâmico e sensível às experiências vividas pelos sujeitos .

Nesse sentido, as contribuições de Eric Kandel reforçam que a aprendizagem resulta de modificações nas conexões neurais, enquanto Stanislas Dehaene evidencia que habilidades como a leitura dependem de reorganizações específicas do cérebro. Tais achados

permitem compreender que dificuldades de aprendizagem não estão associadas à incapacidade do sujeito, mas a diferentes formas de processamento cognitivo.

Entretanto, como ressaltam Lev Vygotsky e Paulo Freire, a aprendizagem não pode ser explicada apenas por fatores biológicos, pois está profundamente relacionada às interações sociais, à mediação pedagógica e ao contexto cultural .

Dessa forma, a integração entre neurociência e educação deve ser realizada de maneira crítica, evitando reducionismos e valorizando a complexidade do processo educativo.

No campo dos transtornos de aprendizagem, estudos como os de Sally Shaywitz e Uta Frith demonstram que condições como a dislexia possuem base neurobiológica, mas também são influenciadas por fatores pedagógicos e ambientais. Isso reforça a necessidade de práticas educacionais que considerem tanto as especificidades cognitivas quanto as condições de ensino oferecidas.

As discussões apresentadas ao longo dos capítulos evidenciam que a escola

precisa superar modelos homogêneos de ensino e avaliação, adotando estratégias pedagógicas diversificadas, inclusivas e centradas no estudante. A valorização do erro como parte do processo, o uso de metodologias ativas, a consideração da dimensão emocional da aprendizagem e a flexibilização curricular são caminhos fundamentais para atender à diversidade presente nas salas de aula .

Além disso, destaca-se o papel central da formação docente. Conforme apontam António Nóvoa e Bernadete Gatti, o professor precisa estar preparado para compreender as diferenças individuais, refletir sobre sua prática e construir estratégias pedagógicas fundamentadas teoricamente. A formação continuada, nesse sentido, torna-se essencial para acompanhar as transformações do campo educacional.

Por fim, conclui-se que a neurociência dos transtornos de aprendizagem oferece importantes contribuições para a educação, mas seu potencial só se concretiza quando articulado a uma perspectiva pedagógica crítica e inclusiva. Compreender como o cérebro aprende não significa reduzir a

educação a processos biológicos, mas ampliar o olhar sobre o sujeito que aprende, reconhecendo suas singularidades, potencialidades e direitos.

Assim, construir uma escola que dialogue com a neurociência implica promover práticas pedagógicas mais conscientes, humanizadas e comprometidas com a aprendizagem de todos, reafirmando a educação como direito fundamental e instrumento de transformação social.

### **AGRADECIMENTOS**

A realização deste trabalho é resultado de um percurso coletivo, marcado por aprendizagens, desafios e conquistas que não seriam possíveis sem o apoio de pessoas fundamentais em nossa trajetória.

Primeiramente, expressamos nossa profunda gratidão às nossas famílias, que estiveram presentes em todos os momentos, oferecendo suporte emocional, compreensão e incentivo diante das demandas acadêmicas e profissionais. Aos nossos filhos, agradecemos pelo carinho, pela paciência e pela inspiração diária, que

nos motivam a seguir buscando crescimento pessoal e profissional.

Aos nossos amigos, que compartilharam palavras de apoio, escuta e encorajamento, contribuindo para tornar essa caminhada mais leve e significativa, nosso sincero reconhecimento.

Estendemos nossos agradecimentos ao(à) orientador(a), pela dedicação, pelas orientações precisas, pelo compromisso com a formação acadêmica e pela contribuição essencial na construção deste trabalho. Sua mediação foi fundamental para o desenvolvimento crítico e científico desta pesquisa.

Agradecemos também às nossas instituições de ensino e espaços profissionais, que possibilitam diariamente a vivência prática da educação, contribuindo para a construção dos saberes que fundamentam este estudo. As experiências no cotidiano escolar foram essenciais para a reflexão sobre a temática abordada, fortalecendo o vínculo entre teoria e prática.

Por fim, reconhecemos que este trabalho é fruto de um processo coletivo de formação, marcado pela colaboração, pelo diálogo e pelo compromisso com uma educação de qualidade, inclusiva e transformadora.

## REFERÊNCIAS

BARDIN, Laurence. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

DAMÁSIO, António Damásio. *O erro de Descartes: emoção, razão e o cérebro humano*. São Paulo: Companhia das Letras, 2012.

DEHAENE, Stanislas Dehaene. *Os neurônios da leitura: como a ciência explica nossa capacidade de ler*. Porto Alegre: Penso, 2012.

FREIRE, Paulo Freire. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FRITH, Uta Frith. *Dyslexia: a cognitive analysis*. Oxford: Blackwell, 1990.

GATTI, Bernadete Gatti. Formação de professores no Brasil: características e problemas. *Revista Educação & Sociedade*, Campinas, v. 37, n. 135, p. 125-145, 2016.

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. São Paulo: Atlas, 2008.

KANDEL, Eric Kandel. *In search of memory: the emergence of a new science of mind*. New York: W. W. Norton, 2009.

LIBÂNEO, José Carlos Libâneo. *Organização e gestão da escola: teoria e prática*. Goiânia: Alternativa, 2004.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér Mantoan. *Inclusão escolar: o que é? por quê? como fazer?* São Paulo: Moderna, 2003.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Petrópolis: Vozes, 2001.

NÓVOA, António Nóvoa. *Os professores e sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 1992.

PIAGET, Jean Piaget. *A formação do símbolo na criança*. Rio de Janeiro: Zahar, 1975.

SHAYWITZ, Sally Shaywitz. *Overcoming dyslexia: a new and complete science-based program for reading problems at any level*. New York: Knopf, 2003.

STANOVICH, Keith Stanovich. *Progress in understanding reading: scientific foundations and new frontiers*. New York: Guilford Press, 2000.

VYGOTSKY, Lev Vygotsky. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

SASSAKI, Romeu Kazumi Sassaki. *Inclusão: construindo uma sociedade para todos*. Rio de Janeiro: WVA, 1997.