

NEUROCIÊNCIA COGNITIVA E EDUCAÇÃO: CONTRIBUIÇÕES PARA A COMPREENSÃO DO DESENVOLVIMENTO E DA APRENDIZAGEM

Kesley Mariano da Silva¹
Sarah Gonçalves Barros²

RESUMO

O presente artigo analisa a convergência entre a neurociência e os processos de aprendizagem, com o objetivo de evidenciar a relevância dos conhecimentos neurocientíficos para a otimização das práticas de ensino. Diante do avanço exponencial da Neurociência Cognitiva na última década, novos paradigmas surgem sobre os mecanismos biológicos que sustentam a cognição e a plasticidade cerebral. A investigação destaca a necessidade premente de integrar esses fundamentos científicos à formação de professores, tanto na Educação Básica quanto no Ensino Superior, visando fundamentar as intervenções pedagógicas em evidências biopsicológicas. Constata-se que a superação do distanciamento entre a produção acadêmica neurocientífica e a aplicação docente é fator determinante para a qualificação da educação nacional. O estudo reforça a importância de uma abordagem interdisciplinar para preencher as lacunas existentes na transposição do conhecimento do laboratório para a sala de aula.

PALAVRAS-CHAVE: Neurociência Cognitiva; Processo Ensino-aprendizagem; Formação de Professores; Plasticidade Cerebral; Prática Pedagógica.

ABSTRACT

This article analyzes the convergence between neuroscience and learning processes, aiming to highlight the relevance of neuroscientific knowledge for optimizing teaching practices. In light of the exponential advancement of Cognitive Neuroscience over the past decade, new paradigms have emerged regarding the biological mechanisms that underlie cognition and brain plasticity. The investigation emphasizes the urgent need to integrate these scientific foundations into teacher education, both in Basic Education and in Higher Education, in order to ground pedagogical interventions in biopsychological evidence. It is observed that overcoming the gap between neuroscientific academic production and teaching practice is a determining factor for improving the quality of national education. The study reinforces the importance of an interdisciplinary approach to bridging existing gaps in the transfer of knowledge from the laboratory to the classroom.

¹ Graduação em Letras: Português/Inglês (UEG/2007); Graduação e Direito (UniMB/2009); Especialização em Docência do Ensino Superior (FINOM/2012); Especialização em Língua Portuguesa e Literatura (Faculdade ESEA/2020); Especialização em Educação Digital (Faculdade Iguazu, 2025); Especialização em Inteligência Artificial (Faculdade Iguazu, 2026) Mestrado em Educação (UNESA/2016); Doutorado em Educação (UDS/2020). Professor no Centro Universitário Alfredo Nasser; Professor de Língua Inglesa (SME-Goiânia).
E-mail: kesleymariano@hotmail.com

² Graduação em Ciência Econômicas; Graduação em Pedagogia; Graduação em Psicologia; Especialista em Docência do Ensino Superior Ead; Especialista em Psicopedagogia; Especialista em Psicanálise; MBA em Educação; Mestrado em Educação. E-mail:sarahbarros@gmail.com

KEYWORDS: Cognitive Neuroscience; Teaching–Learning Process; Teacher Education; Brain Plasticity; Pedagogical Practice.

Data de Submissão: 12 dez. 2025.

Data de Aprovação: 29 jan. 2026.

INTRODUÇÃO

A busca por diálogos entre a neurociência e o cotidiano escolar tem deixado de ser uma tendência periférica para se tornar uma necessidade central no debate educacional contemporâneo. No entanto, esse movimento traz consigo uma ambiguidade preocupante: se, por um lado, o acesso aos mecanismos do cérebro promete refinar as práticas pedagógicas, por outro, observa-se o risco latente de uma patologização do ensino.

Muitas vezes, o saber neurocientífico chega à sala de aula de forma fragmentada, servindo apenas para rotular o estudante dentro de uma curva de normalidade ou para justificar diagnósticos que isolam, em vez de incluir. Esse cenário impõe a urgência de uma reflexão mais crítica sobre como estamos transpondo o conhecimento do laboratório para o giz e a lousa.

É fundamental compreender que a relação entre a Neurociência — ciência que investiga a arquitetura e o funcionamento do sistema nervoso — e a Educação é de complementaridade, não de subordinação. O cérebro, como substrato biológico da aprendizagem, possui uma plasticidade que desafia determinismos; ele é transformado pela experiência pedagógica.

Portanto, quando pesquisadores e educadores se debruçam sobre a Neuroeducação, o que se busca não é uma receita pronta, mas a compreensão dos processos de maturação e das bases teóricas que sustentam a cognição. O avanço da última década no campo da Neurociência Cognitiva ofereceu subsídios valiosos para que profissionais de saúde e educação possam olhar para o aluno como um ser biopsicosocial, cuja capacidade de aprender é mediada por conexões sinápticas em constante reorganização.

Entretanto, ainda persiste um hiato significativo entre a produção acadêmica de ponta e a realidade da formação de professores, tanto na graduação quanto na atuação em sala de aula. Frequentemente, a educação utiliza esses conhecimentos

na tentativa de buscar "ações corretivas" ou intervenções que visam apenas a normalização do sujeito, ignorando a riqueza da diversidade cognitiva. A problemática que move este estudo, portanto, nasce desse distanciamento: como integrar de forma ética e eficiente as descobertas sobre o funcionamento cerebral sem transformá-las em ferramentas de segregação?

Para responder a essas inquietações, este artigo propõe-se a analisar a importância da neurociência no processo ensino-aprendizagem, evidenciando como tal domínio pode qualificar a educação nacional. A investigação é conduzida sob a ótica de uma pesquisa qualitativa com abordagem de revisão bibliográfica, buscando na literatura especializada os fundamentos para uma prática docente mais científica e humanizada. Ao preencher o espaço entre o neurocientista e o professor da Educação Básica, acredita-se ser possível não apenas melhorar os índices educacionais, mas, sobretudo, promover uma formação que respeite os ritmos e as potencialidades individuais.

Para fundamentar as discussões deste artigo, o referencial teórico ancora-se em uma base sólida e multidisciplinar. A compreensão do desenvolvimento cognitivo e das estruturas de equilíbrio fundamenta-se nas obras clássicas de **Jean Piaget (1973, 1976, 1977)**, enquanto o debate sobre as dificuldades de aprendizagem e o diagnóstico neuropsicológico é subsidiado por autores como **Ciasca (2000)**, **Sánchez (2004)** e **Pantano e Zorzi (2009)**. A análise crítica sobre o poder, a disciplina e a rotulação dos corpos encontra sustentação no pensamento de **Michel Foucault (1999, 2014)**, permitindo um olhar sociológico sobre o uso da ciência na escola. Complementarmente, os aspectos técnicos da neurobiologia e da aprendizagem são discutidos sob a luz de **Lundy-Ekman (2000)**, **Elvira Souza Lima (2007)** e **Manfred Spitzer (2007)**, garantindo que a análise transite entre a biologia estrita e a práxis pedagógica. Adicionalmente, a base metodológica para a pesquisa social e bibliográfica segue as diretrizes de **Gil (2008)**.

1 REVISÃO DE LITERATURA

Para a Psicologia do Desenvolvimento, o desenvolvimento humano resulta da interação dinâmica entre hereditariedade e ambiente, bem como entre maturação biológica e processos de aprendizagem. Esses fatores não atuam de forma isolada ou hierárquica, mas de maneira integrada e simultânea ao longo de todas as fases do

desenvolvimento. Assim, as condições estruturais e orgânicas do indivíduo, como aspectos genéticos e neurológicos, estabelecem possibilidades e limites, enquanto os estímulos ambientais, sociais e culturais exercem papel decisivo na ativação, potencialização ou inibição dessas capacidades. Desse modo, o processo de desenvolvimento deve ser compreendido como um fenômeno complexo e contínuo, no qual fatores internos e externos se influenciam mutuamente, configurando trajetórias singulares de crescimento e aprendizagem (COELHO, 1999).

No processo global do desenvolvimento humano, dois mecanismos fundamentais, **maturação** e **aprendizagem**, operam de maneira integrada e complementar, articulando mudanças que não se reduzem apenas ao crescimento físico, mas abrangem aspectos cognitivos, afetivos e comportamentais.

A **maturação** refere-se ao desenvolvimento das estruturas corporais, neurológicas e orgânicas, caracterizando-se como um processo interno de “desabrochar” ou de **desenvolvimento biológico organizado e sequencial**, que cria as bases funcionais para que determinadas capacidades emergjam de forma ordenada ao longo da vida (por exemplo, o controle motor, o desenvolvimento dos sentidos e a preparação do sistema nervoso para funções mais complexas). Nesse sentido, a maturação proporciona a **prontidão orgânica necessária para que a aprendizagem possa ocorrer**, pois certos comportamentos e habilidades só se manifestam quando os substratos biológicos correspondentes atingem um nível adequado de desenvolvimento.

Por outro lado, a **aprendizagem** resulta da estimulação do ambiente sobre o indivíduo cuja maturação já possibilita essas interações, manifestando-se como **modificações relativamente duradouras no comportamento em função da experiência vivida e das relações com o meio social e físico**.

Assim, embora ambos os processos sejam distintos em suas origens, um enraizado em mudanças internas e o outro em experiências externas, eles se interdependem, uma vez que a maturação define uma “prontidão” biológica enquanto a aprendizagem constrói e amplia repertórios comportamentais por meio da vivência e da interação com o ambiente (JOSÉ; COELHO, 1999).

Segundo Davis e Oliveira (1994), o desenvolvimento deve ser compreendido como um processo dinâmico e ativo, por meio do qual o indivíduo constrói suas características psicológicas e sociais nas interações que estabelece com o ambiente físico e social.

Nessa perspectiva, o sujeito não é um mero receptor passivo de influências externas, mas um agente que participa ativamente da própria formação, apropriando-se de conhecimentos, valores, significados e modos de agir historicamente produzidos. Para as autoras, as características humanas não são simplesmente determinadas por fatores biológicos ou herdadas geneticamente; ao contrário, são constituídas historicamente, nas práticas sociais e culturais das quais o indivíduo participa.

Assim, o desenvolvimento humano é concebido como um processo mediado pela cultura, pelas relações sociais e pela inserção do sujeito em contextos históricos concretos, o que evidencia o caráter social e histórico da formação das funções psicológicas superiores (DAVIS; OLIVEIRA, 1994).

Segundo **Pantano e Zorzi (2009)**, o cérebro constitui a **matéria-prima fundamental do processo de aprendizagem**, sendo o principal responsável pela integração do organismo com o meio ambiente. É por meio de sua organização estrutural e funcional que os estímulos externos são recebidos, processados, interpretados e transformados em respostas adaptativas.

Ao compreender a aprendizagem como resultado da interação contínua entre o indivíduo e o ambiente físico, social e cultural, evidencia-se que o cérebro fornece o **arcabouço biológico indispensável ao desenvolvimento das habilidades cognitivas**, tais como atenção, memória, linguagem, pensamento e resolução de problemas.

Dessa forma, embora a aprendizagem dependa das experiências vividas e das mediações ambientais, é o funcionamento cerebral que possibilita a consolidação dessas experiências, articulando fatores biológicos e ambientais no processo global do desenvolvimento humano.

Em relação à aprendizagem, Davis e Oliveira (1994) a definem como o processo através do qual a criança se apropria ativamente do conteúdo da experiência humana, daquilo que o seu grupo social conhece. A aprendizagem é diversificada e contínua e pode ocorrer em contextos variáveis formais ou informais. Jean Piaget (1896-1980) pode ser considerado o mais conhecido dos teóricos que defendem a visão interacionista de desenvolvimento. Ele partiu de uma concepção de desenvolvimento envolvendo um processo contínuo de trocas entre o organismo vivo e o meio ambiente.

Jean Piaget (1973), em sua obra "*Biologie et Connaissance*", afirma que a inteligência humana se desenvolve no indivíduo em função das interações que ele estabelece, inclusive no plano social, dimensão que, segundo o próprio autor, costuma ser demasiadamente negligenciada.

Embora Piaget seja frequentemente criticado por supostamente desconsiderar o papel dos fatores sociais no desenvolvimento humano, uma análise mais atenta de seus estudos revela que ele não ignora completamente essa influência. O autor reconhece que a interação social exerce determinações importantes sobre o desenvolvimento da inteligência, sobretudo ao favorecer conflitos cognitivos e processos de descentração.

No entanto, tais referências aparecem de forma secundária em sua teoria, uma vez que Piaget não incorporou sistematicamente o fator social como elemento constitutivo na explicação da formação das estruturas cognitivas, privilegiando os mecanismos internos de construção do conhecimento.

Nesse sentido, **Souza e Kramer (1991)** aprofundam essa crítica ao afirmarem que o sujeito epistêmico piagetiano constrói conhecimento por meio da interação com o meio, porém de maneira paradoxal, pois esse meio é concebido de forma abstrata e descontextualizada. Para as autoras, o ambiente com o qual o sujeito interage não contempla de modo efetivo a cultura, a historicidade e as condições sociais concretas que marcam a experiência humana.

Assim, embora Piaget ofereça contribuições fundamentais para a compreensão dos processos cognitivos, sua teoria limita-se ao não integrar plenamente os aspectos histórico-sociais na constituição do conhecimento, o que motivou o surgimento de abordagens posteriores que enfatizam o papel da cultura, da linguagem e das relações sociais no desenvolvimento humano.

Para Piaget,

Se tomarmos a noção social nos diferentes sentidos do termo, isto é, englobando tanto as tendências hereditárias que nos levam à vida em comum e à imitação [...], não se pode negar que, desde o nascimento, o desenvolvimento intelectual é, simultaneamente, obra da sociedade e do indivíduo. (PIAGET, 1977, p. 242)

O ser social é aquele que consegue relacionar-se com seus semelhantes de forma equilibrada, e a equilibração consiste na passagem de estados de menor equilíbrio para estados de maior equilíbrio, qualitativamente diferentes. A equilibração

é necessária para conciliar os aportes da maturação, da experiência com os objetos e da experiência social (PIAGET, 1976).

A noção de equilíbrio é o alicerce da teoria de Piaget e, em sua concepção, todo organismo vivo procura manter um estado de adaptação com o seu meio, agindo de forma a superar perturbações na relação que estabelece com esse meio.

Para Piaget, os processos de equilibração majorante e seus mecanismos, abstração reflexiva e generalização construtiva, estão intrinsecamente relacionados ao processo de construção do conhecimento. O desenvolvimento cognitivo do indivíduo, segundo o autor, ocorre por meio de constantes desequilíbrios e reequilibrações.

Para **Davis e Oliveira (1994)**, o surgimento de uma nova possibilidade orgânica no indivíduo ou mesmo uma alteração mínima nas características do ambiente é suficiente para romper o estado de repouso, isto é, a harmonia anteriormente estabelecida entre organismo e meio. Essa ruptura gera uma situação de desequilíbrio, entendida como motor do desenvolvimento, uma vez que provoca a necessidade de reorganização das estruturas cognitivas e de adaptação às novas condições impostas pela realidade.

A superação desse desequilíbrio ocorre por meio da atuação articulada de dois mecanismos fundamentais: **assimilação** e **acomodação**. A assimilação é predominantemente comandada pelo sujeito cognoscente, que busca integrar os dados da experiência aos esquemas ou estruturas cognitivas previamente construídos. Já a acomodação responde às exigências do ambiente, representando a modificação desses esquemas em função das características do objeto ou da situação vivenciada. Desse modo, enquanto a assimilação expressa a ação do sujeito sobre o objeto, a acomodação configura o movimento complementar, no qual o objeto atua sobre o sujeito, possibilitando a construção de novas formas de compreensão e a reorganização do conhecimento.

O conceito de **epigênese**, formulado por **Piaget**, refere-se ao processo de construção progressiva das estruturas cognitivas, resultante do equilíbrio dinâmico entre os mecanismos de assimilação e acomodação. Em seus estudos, o autor sustenta que todo equilíbrio cognitivo depende da **adaptação**, a qual se consolida por meio desses processos fundamentais que, embora apresentem funções distintas e aparentemente antagônicas, são indissociáveis.

Assim, a assimilação permite ao sujeito integrar novas experiências aos esquemas já existentes, enquanto a acomodação promove a modificação desses esquemas diante das exigências do meio, possibilitando a reorganização contínua do conhecimento ao longo do desenvolvimento.

Piaget definiu o desenvolvimento como um processo de equilíbrios sucessivos. Define quatro estágios evolutivos da inteligência, nos quais, em cada estágio, surgem novas estruturas que o distinguem dos estágios anteriores: estágio da inteligência sensório-motora, estágio do pensamento intuitivo ou pré-operatório, estágio do pensamento operatório concreto e estágio das operações formais. Vejamos como se caracterizam:

1º – Estágio da inteligência sensório-motora (0 a 2 anos): É neste estágio que surgem as primeiras tendências instintivas, as primeiras emoções, os primeiros hábitos motores e os primeiros sentimentos diferenciados. Nessa fase, a atividade intelectual da criança é de natureza sensorial e motora, sendo estas o fundamento da atividade intelectual superior futura. Os estudos piagetianos mostram que a estimulação ambiental não determina, mas pode favorecer e enriquecer a passagem de um estágio para outro. De acordo com essa concepção, o bebê, desde o nascimento, deve receber estimulação visual, auditiva e tátil, de modo a ampliar suas possibilidades de interação com o meio e apoiar o desenvolvimento de suas estruturas cognitivas.

2º – Estágio do pensamento intuitivo ou pré-operatório (2 a 7 anos): Nesta fase, a criança, além de fazer uso da inteligência prática, inicia a capacidade de representar uma coisa por outra e de formar esquemas simbólicos. Esse estágio é marcado por importantes transformações afetivas e intelectuais, bem como pelo aparecimento e desenvolvimento da linguagem oral, ainda caracterizada por traços de egocentrismo e pensamento intuitivo.

3º – Estágio do pensamento operatório concreto (7 a 11/12 anos): Neste estágio ocorre um declínio progressivo do egocentrismo intelectual e um aumento gradativo do pensamento lógico. A criança passa a apresentar uma organização mental mais integrada, evidenciada pela aquisição das noções de reversibilidade, conservação de quantidades descontínuas, classificação e seriação, desde que aplicadas a situações concretas.

A criança torna-se capaz de construir um conhecimento mais compatível com o mundo que a rodeia, de modo que o real e o fantástico já não se misturam em sua

percepção. A construção das operações de pensamento possibilita a elaboração da noção de conservação, e o pensamento passa a se basear mais no raciocínio do que na percepção imediata. Trata-se de pensamento operatório concreto, pois a criança consegue pensar logicamente apenas quando os exemplos ou materiais utilizados como apoio existem de fato e podem ser observados ou manipulados. Nesse estágio, ela ainda não é capaz de operar abstratamente apenas com base em proposições e enunciados verbais.

4º – Estágio das operações formais (a partir dos 11/12 anos): Nesse estágio ocorre o desenvolvimento das operações de raciocínio abstrato, caracterizando-se pelo surgimento do pensamento hipotético-dedutivo. A principal característica da etapa operatório-formal consiste no fato de que o pensamento se torna progressivamente livre das limitações da realidade concreta. Essa libertação do pensamento concreto, adquirida no operatório-formal, permite ao adolescente pensar e operar não apenas com a realidade efetivamente vivenciada, mas também com a realidade possível, elaborando hipóteses, antecipando consequências e refletindo sobre situações que não precisam estar diretamente presentes.

Davis e Oliveira, afirmam que

As faixas etárias previstas para cada etapa não são rigidamente demarcadas. Ao contrário, elas se referem apenas as médias de idade onde prevalecem determinadas construções de pensamento. Neste sentido, o modelo piagetiano é fortemente marcado pela maturação, pois atribui-se a ela o fato de crianças apresentarem sempre determinadas características psicológicas em uma mesma faixa de idade. Tal modelo pretende, por isso, ser universal. (DAVIS; OLIVEIRA; 1994, p. 45)

Ainda, segundo as autoras, dos quatro fatores básicos responsáveis pela passagem de uma etapa de desenvolvimento mental para a seguinte, a maturidade do sistema nervoso, a interação social, que se dá por meio da linguagem e da educação, a experiência física com os objetos e, principalmente, a equilíbrio, ou seja, a necessidade que a estrutura cognitiva tem de se desenvolver para enfrentar as demandas ambientais, o de menor peso, na teoria piagetiana, é a interação social.

Dessa maneira, a educação, e, em especial, a aprendizagem, tem, no entender de Piaget, um impacto reduzido sobre o desenvolvimento intelectual. Desenvolvimento cognitivo e aprendizagem não se confundem: o primeiro é um processo espontâneo, que se apoia predominantemente no biológico. A

aprendizagem, por outro lado, é encarada como um processo mais restrito, causado por situações específicas (como a frequência à escola) e subordinado tanto à equilíbrio quanto à maturação.

Permeada por muitos saberes, a neurociência traz como revelação a plasticidade cerebral, afirmando que o cérebro não é estático, mas se adapta de acordo com as necessidades do sujeito. Isso significa, então, que a aprendizagem é constante e que os comportamentos também podem ser aprendidos. Nesse sentido, a neurociência contribui para que os profissionais da área da educação tenham maior conhecimento sobre os processos cognitivos que envolvem a aprendizagem e possam se instrumentalizar para elaborar novas metodologias de ensino, intervindo no processo de aprendizagem dos indivíduos (RUSSO, 2015).

Lima (2007), em relação ao comportamento e à instituição escola afirma que:

Na escola, entretanto, sentir medo não é uma coisa boa. Sentir-se ameaçado de alguma forma e não poder se afastar da situação que causa medo (o aluno não pode sair da sala de aula e/ou da escola) gera ansiedade, inquietude e pode mesmo, em alguns casos, gerar pânico. (LIMA, 2007, p. 19)

Reflete-se que a neurociência usada como justificativa acerca das ações da educação, considerando os aspectos que podem interferir de forma negativa no processo de aprendizagem. De certo modo pode-se dizer que a escola está cumprindo o seu papel de disciplinadora, que para Foucault:

A “disciplina” não pode se identificar com uma instituição nem com um aparelho; ela é o tipo de poder, uma modalidade para exercê-lo, que comporta todo um conjunto de instrumentos, de técnicas, de procedimentos, de níveis de aplicação, de alvos; ela é uma “física” ou uma “anatomia” do poder, uma tecnologia. (FOUCAULT, 2014, p. 208)

Ainda assim, outros exemplos poderiam ser lançados e problematizados, se pensarmos no exercício da docência atravessado pelos saberes da neurociência, como os diagnósticos lançados pelos educadores diariamente. Inúmeras vezes, os educadores lançam mão de seus conhecimentos para fazer uma espécie de “diagnóstico” dos estudantes, intitulado-os e colocando-os em uma classificação de normais ou anormais, por padrões estabelecidos por eles, derivados de conhecimentos científicos.

Conforme Lima (2007, p. 21), “na escola, a atenção é um indicador de disciplina. O aluno que está atento é considerado um aluno bem comportado, um bom aluno. Ao contrário, o aluno desatento é geralmente considerado um aluno ‘problema’”. Esse é o aluno que precisa ser normalizado, conforme aponta Foucault (1999, p. 302): “a norma é o que pode tanto se aplicar a um corpo que se quer disciplinar quanto a uma população que se quer regulamentar”. Assim, disciplinando os corpos, pode-se gerir a população.

A norma, problematizada como dispositivo de controle que exerce poder sobre a vida dos indivíduos, também exerce controle sobre o corpo-espécie da população, como explica Foucault:

A norma é o que pode tanto se aplicar a um corpo que se quer disciplinar quanto a uma população que se quer regulamentar. [...] A sociedade de normalização é uma sociedade em que se cruzam, conforme uma articulação ortogonal, a norma da disciplina e a norma da regulamentação. (FOUCAULT, 1999, p. 302)

Desse modo, a escola caracteriza-se como um espaço estratégico para a interface com a neurociência, uma vez que atua diretamente sobre a heterogeneidade dos sujeitos e sobre seus distintos processos de subjetivação. Nesse contexto, problematizar as questões relacionadas ao desenvolvimento, à aprendizagem e às práticas pedagógicas torna-se de grande relevância, pois permite compreender como diferentes saberes incidem sobre os modos de ensinar, aprender e avaliar no cotidiano escolar.

As dificuldades de aprendizagem caracterizam-se por um funcionamento substancialmente abaixo do esperado, considerando-se a idade cronológica do sujeito e seu quociente intelectual, além de interferirem significativamente no rendimento acadêmico ou na vida cotidiana. Tais dificuldades exigem um diagnóstico diferencial, sobretudo nos casos em que há déficits sensoriais associados, conforme aponta Sánchez (2004).

Compreender os mecanismos da aprendizagem implica esclarecer a maneira pela qual o ser humano se desenvolve, toma conhecimento do mundo em que vive, organiza sua conduta e se ajusta ao meio físico e social (CAMPOS, 2010). Nessa perspectiva, as dificuldades de aprendizagem podem ter origens diversas, como causas emocionais, limitações no nível de pensamento, diferenças funcionais ou alterações no desenvolvimento das funções cognitivas.

Segundo Moojen (1999), os problemas de aprendizagem podem ser agrupados em duas grandes categorias: os transtornos específicos de aprendizagem, decorrentes de disfunções neurofuncionais, e as dificuldades escolares, que podem ser secundárias a outras patologias clínicas, como transtorno de déficit de atenção/hiperatividade, depressão e transtorno bipolar do humor, bem como a fatores ambientais e a inadequações nos métodos de ensino.

Conforme a Organização Mundial da Saúde (OMS, 1993), os transtornos específicos do desenvolvimento das habilidades escolares constituem um grupo de transtornos manifestados por comprometimentos específicos e significativos na aprendizagem. Esses comprometimentos não resultam diretamente de outros transtornos, como deficiência intelectual, déficits neurológicos, problemas visuais ou auditivos e perturbações emocionais, embora possam ocorrer simultaneamente com tais condições. Caracterizam-se, sobretudo, por alterações nos padrões normais de aquisição de habilidades, presentes desde os estágios iniciais do desenvolvimento.

Eles não se caracterizam simplesmente como falta de oportunidade de aprender, mas como dificuldades decorrentes do processo de desenvolvimento neurológico. São requisitos básicos para o diagnóstico de transtornos específicos de aprendizagem:

- Deve haver um grau clinicamente significativo de comprometimento em uma habilidade escolar específica.
- O comprometimento não deve ser explicado unicamente por deficiência intelectual ou por limitações leves na inteligência global.
- As dificuldades devem estar presentes desde os primeiros anos de escolarização, não sendo adquiridas posteriormente ao longo do processo educacional.
- Não devem existir fatores externos suficientes que, isoladamente, expliquem as dificuldades escolares apresentadas.
- As dificuldades não devem ser diretamente decorrentes de problemas visuais ou auditivos não corrigidos.

Uma das principais dificuldades no diagnóstico dos transtornos específicos de aprendizagem reside no fato de que o nível de habilidade de uma criança depende das circunstâncias familiares e da escolaridade, bem como de suas próprias características individuais.

Por outro lado, há crianças que não apresentam transtornos específicos de aprendizagem, mas que podem manifestar dificuldades escolares, temporárias ou persistentes, decorrentes de fatores sociais, doenças crônicas, transtornos psiquiátricos, problemas familiares geradores de estresse, como violência doméstica, conflitos familiares e falta de estímulo, uso de medicamentos, além de condições pedagógicas inadequadas, como professores desmotivados ou despreparados.

O número de crianças identificadas como portadoras de distúrbios ou dificuldades de aprendizagem é extremamente variável e depende de fatores como o conceito adotado, a classificação utilizada, os critérios avaliativos empregados e, ainda, das características individuais da criança e do sistema de ensino no qual ela está inserida (CIASCA, 2000).

Lundy-Ekman (2004) afirma que, do ponto de vista neurológico, a aprendizagem ocorre em decorrência da neuroplasticidade. O cérebro humano não finaliza seu desenvolvimento de forma definitiva; ao contrário, por meio de constantes modificações, reestrutura-se e reorganiza-se para atender de maneira eficiente às demandas do indivíduo em cada etapa do ciclo da vida.

Dessa forma, torna-se necessário que os profissionais da educação tenham conhecimento acerca dos transtornos do neurodesenvolvimento descritos no *DSM-5-TR*. Nesse sentido, destacam-se, a seguir, as definições relativas aos transtornos do neurodesenvolvimento, ao transtorno do desenvolvimento intelectual, aos transtornos da comunicação, ao transtorno do espectro autista (TEA), ao transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH), aos transtornos motores do neurodesenvolvimento e ao transtorno específico da aprendizagem.

Os transtornos do neurodesenvolvimento constituem um grupo de condições com início no período do desenvolvimento. Manifestam-se precocemente, geralmente antes do ingresso da criança na escola, e caracterizam-se por déficits no desenvolvimento que acarretam prejuízos no funcionamento pessoal, social, acadêmico ou profissional. Esses déficits podem variar desde limitações muito específicas na aprendizagem ou no controle das funções executivas até prejuízos globais em habilidades sociais ou na inteligência.

De acordo com o *DSM-5-TR* (2022, p. 37), a deficiência intelectual (transtorno do desenvolvimento intelectual) é caracterizado por déficits nas habilidades mentais gerais, como raciocínio, resolução de problemas, planejamento, pensamento abstrato, julgamento, aprendizado acadêmico e aprendizado com a experiência.

Tais déficits resultam em prejuízos no funcionamento adaptativo, de modo que o sujeito não alcança padrões esperados de autonomia pessoal e participação social em um ou mais domínios da vida cotidiana, incluindo comunicação, interação social, desempenho acadêmico ou profissional e independência em casa ou na comunidade.

A deficiência intelectual pode ter origem nos períodos pré-natal, perinatal ou pós-natal. No período pré-natal, podem ocorrer malformações encefálicas, doenças maternas e influências ambientais, como o uso de drogas, álcool e exposição a toxinas. As causas perinatais estão relacionadas a eventos ocorridos durante o trabalho de parto ou no nascimento, que podem levar à encefalopatia neonatal. Já as causas pós-natais incluem lesões isquêmico-hipóxicas, traumatismo cranioencefálico, doenças convulsivas, infecções e intoxicações (*DSM-5-TR*, 2022).

Os transtornos da comunicação englobam o transtorno da linguagem, o transtorno da fala, o transtorno da comunicação social (pragmática) e o transtorno da fluência com início na infância (gagueira). Os três primeiros caracterizam-se por déficits no desenvolvimento e no uso da linguagem, da fala e da comunicação, respectivamente (*DSM-5-TR*, 2022).

O transtorno da fluência com início na infância, por sua vez, caracteriza-se por perturbações na fluência normal e na produção motora da fala, incluindo repetições de sons ou sílabas, prolongamento de consoantes ou vogais, interrupções de palavras, bloqueios e palavras pronunciadas com tensão física excessiva.

O transtorno do espectro autista (TEA) caracteriza-se por déficits persistentes na comunicação social e na interação social em múltiplos contextos, incluindo prejuízos na reciprocidade social, nos comportamentos comunicativos não verbais utilizados para a interação social e nas habilidades necessárias para desenvolver, manter e compreender relacionamentos. Além desses déficits, o diagnóstico do TEA requer a presença de padrões restritos e repetitivos de comportamento, interesses ou atividades (*DSM-5-TR*, 2022).

O transtorno do déficit de atenção e hiperatividade (TDAH) refere-se a um transtorno do neurodesenvolvimento definido por níveis prejudiciais de desatenção, desorganização e/ou hiperatividade-impulsividade. A desatenção e a desorganização envolvem dificuldades em manter-se em tarefas, aparente não escuta e perda frequente de materiais, em níveis inconsistentes com a idade ou o estágio de desenvolvimento. Já a hiperatividade e a impulsividade manifestam-se por atividade excessiva, inquietação, dificuldade em permanecer sentado, intromissão em

atividades alheias e incapacidade de aguardar, sintomas considerados excessivos para a idade ou o nível de desenvolvimento.

Os transtornos motores do neurodesenvolvimento incluem o transtorno do desenvolvimento da coordenação, o transtorno do movimento estereotipado e os transtornos de tique. O transtorno do desenvolvimento da coordenação caracteriza-se por déficits na aquisição e na execução de habilidades motoras coordenadas, manifestando-se por falta de destreza, lentidão ou imprecisão no desempenho motor, com impacto nas atividades da vida diária. O transtorno do movimento estereotipado é diagnosticado quando o indivíduo apresenta comportamentos motores repetitivos, aparentemente direcionados e sem finalidade, como agitar as mãos, balançar o corpo, bater a cabeça, morder-se ou ferir-se (*DSM-5-TR*, 2022, p. 82).

Os transtornos de tique, por sua vez, caracterizam-se pela presença de tiques motores ou vocais, definidos como movimentos ou vocalizações repentinos, rápidos, recorrentes, não ritmados e estereotipados. Já o transtorno específico da aprendizagem é diagnosticado diante de déficits persistentes na capacidade de perceber ou processar informações com eficiência e precisão, manifestando-se durante os anos de escolaridade formal por dificuldades significativas em habilidades acadêmicas básicas, como leitura, escrita e/ou matemática.

O desempenho nas habilidades acadêmicas afetadas situa-se substancialmente abaixo do esperado para a idade, ou níveis aceitáveis de desempenho são alcançados apenas mediante esforço extraordinário. Esse transtorno pode ocorrer inclusive em indivíduos com altas habilidades intelectuais, manifestando-se principalmente quando as exigências de aprendizagem ou os procedimentos de avaliação, como testes cronometrados, impõem barreiras que não podem ser superadas apenas pela inteligência ou por estratégias compensatórias. Em todos os casos, o transtorno específico da aprendizagem pode acarretar prejuízos duradouros em atividades que dependem dessas habilidades, inclusive no desempenho profissional.

2. METODOLOGIA

O método de pesquisa, quanto à sua finalidade, caracterizou-se como pesquisa aplicada, cuja principal característica reside no interesse pela aplicação prática do conhecimento produzido. Esse tipo de pesquisa preocupa-se menos com a

formulação de teorias de valor universal e mais com a utilização imediata dos resultados em uma realidade específica, considerando suas implicações e consequências práticas, conforme aponta Antônio Carlos Gil (2008).

No que se refere à natureza da abordagem, a pesquisa assumiu um caráter qualitativo, uma vez que se dedicou ao aprofundamento da compreensão acerca do papel da Neurociência no desenvolvimento cognitivo e nas dificuldades de aprendizagem. Essa abordagem possibilitou a análise interpretativa dos fenômenos investigados, valorizando significados, concepções teóricas e contribuições científicas relevantes para a área educacional.

Por fim, quanto aos procedimentos técnicos, utilizou-se a pesquisa bibliográfica, com o objetivo de analisar criticamente a produção científica existente sobre a temática, incluindo livros, dissertações, teses e artigos científicos. Esse levantamento teórico permitiu o embasamento conceitual e a fundamentação das discussões desenvolvidas ao longo do estudo, conforme orientações metodológicas de Gil (2008).

3. DISCUSSÕES

Ao expor as teorias que buscam esclarecer as relações entre desenvolvimento e aprendizagem, torna-se pertinente ampliar a reflexão à luz da Neurociência Cognitiva, campo que compreende o aprendizado como um fator determinante para o desenvolvimento cognitivo, sustentado biologicamente pela plasticidade cerebral e pela proliferação e reorganização das redes neuronais. Essa perspectiva neuroanatômica reforça e atualiza as contribuições de Vygotsky e de seus seguidores, ao evidenciar que o desenvolvimento das funções psicológicas superiores ocorre por meio da interação entre fatores biológicos, sociais e culturais, mediada pela experiência e pela aprendizagem sistematizada.

Nessa direção, a Neurociência Cognitiva corrobora a concepção de que a aprendizagem não é mero resultado do desenvolvimento, mas um agente ativo de sua promoção, ao favorecer a consolidação de circuitos neurais cada vez mais complexos. Tal entendimento aproxima-se da noção de zona de desenvolvimento proximal, ao indicar que experiências pedagógicas intencionalmente organizadas podem impulsionar o amadurecimento cognitivo e funcional do indivíduo.

De acordo com Pantano e Zorzi (2009), o processo de aprendizagem compreende etapas interdependentes, a saber: compreensão, assimilação, atribuição de significado e habilidade de relacionar o novo conteúdo aos conhecimentos previamente adquiridos. Essas etapas evidenciam que aprender envolve não apenas a recepção de informações, mas a construção ativa de sentidos, mediada por processos cognitivos superiores.

Assim, segundo a Neurociência Cognitiva, para que funções complexas como a linguagem e a aprendizagem se desenvolvam de forma satisfatória, faz-se necessário o funcionamento integrado de processos cognitivos prévios ou primários, como sensação, percepção, atenção e memória. Esses processos constituem a base neurofuncional sobre a qual se estruturam habilidades mais elaboradas, como a leitura, a escrita e o pensamento simbólico.

Nesse contexto, Luria (1991, p. 40) define a percepção como: “o resultado de um complexo trabalho de análise e síntese, que ressalta os indícios essenciais e inibe os secundários, combinando os detalhes percebidos num todo aprendido”.

O autor destaca, ainda, o papel central da percepção para o surgimento da atenção, uma vez que a seleção dos estímulos relevantes depende da capacidade perceptiva de organizar e interpretar adequadamente as informações sensoriais.

Sob a ótica da Neurociência Cognitiva, o processo cognitivo tem início com a transdução de sinais, que consiste na transformação dos estímulos captados pelos órgãos sensoriais em impulsos elétricos. Esses impulsos são transmitidos às redes neurais do cérebro, estrutura que processa exclusivamente sinais elétricos e químicos. A integração e o processamento dessas informações resultam nas percepções, que posteriormente são organizadas, classificadas e comparadas, sendo então encaminhadas ao sistema límbico, responsável pela atribuição de significado emocional aos estímulos recebidos (SPITZER, 2007). Tal atribuição emocional exerce influência direta sobre os processos de atenção e memória, impactando significativamente a aprendizagem.

Entretanto, considerando que o cérebro é constantemente exposto a uma grande quantidade de estímulos externos e simultâneos, torna-se indispensável um mecanismo de hierarquização dessas informações. Esse mecanismo ocorre por meio da atenção, processo cognitivo responsável por selecionar determinados estímulos em detrimento de outros, permitindo que apenas parte das informações disponíveis

seja efetivamente processada e armazenada. Dessa forma, a atenção atua como um filtro essencial para a aprendizagem eficiente.

No que se refere às dificuldades relacionadas à linguagem, José e Coelho (1999) afirmam que os problemas nessa área apresentam dois aspectos fundamentais, que se inter-relacionam e podem assumir ora o papel de causa, ora de consequência: o aspecto psicológico ou emocional e o aspecto orgânico. Essa compreensão reforça a necessidade de uma abordagem multidimensional na avaliação e intervenção das dificuldades de aprendizagem.

Corroborando essa perspectiva sistêmica, Poppovic destaca que:

A fala, a leitura e a escrita não podem ser consideradas como funções autônomas e isoladas, mas sim como manifestações de um mesmo sistema, que é o sistema funcional. Estas resultam do harmônico desenvolvimento e da integração das várias funções que servem de base ao sistema funcional da linguagem desde o início de sua organização. (POPPOVIC, 1981, p. 29)

Nesse sentido, a não consolidação de determinados conceitos e habilidades básicas pode comprometer significativamente o processo de alfabetização. Assim, o especialista, ao investigar as razões pelas quais a criança não aprende, deve verificar se esses conceitos fundamentais foram devidamente compreendidos e internalizados.

A prontidão para a alfabetização refere-se à presença de um nível suficiente de desenvolvimento, em determinados aspectos, para o início do processo da função simbólica da leitura e de sua transposição gráfica, a escrita. O preparo para esse processo depende de uma complexa integração dos processos neurológicos e de uma evolução harmoniosa de habilidades básicas, como percepção, esquema corporal, lateralidade, organização espacial e temporal, entre outras.

No que concerne ao processo de leitura, a literatura aponta que sua efetivação envolve, essencialmente, a identificação dos símbolos impressos (letras e palavras), a associação entre os símbolos gráficos e os sons que representam, bem como a compreensão e a análise crítica do conteúdo lido. Esses elementos evidenciam que a leitura é uma atividade cognitiva complexa, que extrapola a simples decodificação de signos.

Para José e Coelho (1999), a leitura envolve o processo de decodificação, o qual pressupõe a discriminação visual dos símbolos impressos e a associação entre a palavra escrita e seu correspondente sonoro. Para que a criança adquira os

símbolos gráficos, é imprescindível que apresente integridade sensorial e capacidade de integrar experiências não verbais, isto é, diferenciar símbolos, atribuir-lhes significado e retê-los na memória.

Quando a criança apresenta dificuldades em aprender por meio da linguagem auditiva e visual, não conseguindo reter e integrar adequadamente o que ouve e vê, torna-se esperado o surgimento de manifestações relacionadas aos distúrbios de leitura. Tal condição reforça a importância de intervenções precoces e fundamentadas, que considerem tanto os aspectos neurofuncionais quanto os emocionais e pedagógicos envolvidos no processo de aprendizagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo das Neurociências contribui de forma significativa para a compreensão da complexidade do funcionamento cerebral e de suas articulações com o comportamento humano. Ao abordar aspectos como a neurofisiologia, a organização e divisão do sistema nervoso, o papel dos neurotransmissores e neuromoduladores, bem como os mecanismos da plasticidade cerebral, esse campo do conhecimento oferece fundamentos científicos essenciais para compreender como se estruturam os processos cognitivos envolvidos na aprendizagem. Tais contribuições permitem compreender que aprender é resultado de um funcionamento dinâmico e integrado do cérebro, influenciado por fatores biológicos, emocionais, sociais e ambientais.

Por sua vez, o campo da Educação apresenta contribuições igualmente relevantes ao possibilitar a compreensão do processo de ensino-aprendizagem em sua dimensão pedagógica, histórica e social. A Educação se ocupa do desenvolvimento e da aprendizagem da criança, das condições que favorecem ou dificultam esse processo e das múltiplas dificuldades de aprendizagem que podem emergir ao longo da escolarização. Nesse sentido, evidencia-se que o aprender não ocorre de forma isolada, mas é construído na interação entre sujeito, conhecimento, práticas pedagógicas e contexto sociocultural.

A Neurociência, quando utilizada como âncora nas discussões sobre o ensinar e o aprender, permite ampliar o olhar sobre a aprendizagem, sustentando a compreensão de que os conhecimentos advindos dessa ciência podem criar

condições mais favoráveis para o desenvolvimento cognitivo e para a organização de práticas pedagógicas mais eficazes.

Contudo, é imprescindível ressaltar que tais conhecimentos não operam de forma automática ou milagrosa na superação das dificuldades de aprendizagem. O simples entendimento de como o cérebro aprende não é suficiente para garantir a efetivação do processo educativo, assim como o domínio dos princípios biológicos não assegura, por si só, a excelência na prática médica.

Desse modo, a articulação entre Neurociência e Educação deve ocorrer de forma crítica e integrada, reconhecendo que o ensino-aprendizagem é um fenômeno complexo, que exige a mediação pedagógica intencional, sensível às singularidades do sujeito que aprende. A Neurociência oferece subsídios importantes, mas é a prática pedagógica fundamentada, reflexiva e contextualizada que transforma tais conhecimentos em ações educativas significativas.

Nesse contexto, o profissional ou especialista com formação em Neurociência pode atuar tanto com sujeitos que apresentam transtornos ou dificuldades de aprendizagem quanto com aqueles que não os apresentam, desenvolvendo atividades de avaliação, intervenção, acompanhamento e orientação de estudos.

Além disso, pode contribuir no ensino de estratégias de aprendizagem mais eficazes, sempre em diálogo permanente com a família, a escola e outros profissionais envolvidos no processo educativo. Essa atuação interdisciplinar mostra-se fundamental para a construção de respostas mais adequadas às demandas educacionais contemporâneas.

Conclui-se, portanto, que a aproximação entre Neurociência Cognitiva e Educação não substitui o papel do professor, nem simplifica o fenômeno da aprendizagem, mas o amplia e o enriquece, oferecendo novas possibilidades de compreensão e intervenção. Ao reconhecer os limites e as potencialidades dessa interlocução, torna-se possível avançar na construção de práticas educativas mais humanas, inclusivas e fundamentadas cientificamente, capazes de respeitar o desenvolvimento integral do sujeito aprendente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: texto revisado**. 5. ed. rev. Porto Alegre: Artmed, 2022.

CAMPOS, Dinah Martins de Souza. **Psicologia da aprendizagem**. 39. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

CIASCA, S. M. Avaliação neuropsicológica e neuroimagem dos distúrbios de aprendizagem – leitura e escrita. In ASSOCIAÇÃO Brasileira de Dislexia. Dislexia: cérebro, cognição e aprendizagem (pp. 127-133). **Collectania Symposium** – Série Medicina e Saúde. São Paulo: Frontis Editorial, 2000.

COELHO, M. I. M. **Psicologia do desenvolvimento**. São Paulo: Ática, 1999.

DAVIS, C.; OLIVEIRA, Z. M. T. de. **Psicologia na Educação**. São Paulo: Cortez, 1994.

FOUCAULT, Michel. **Em defesa da Sociedade**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

FOUCAULT, Michel. **Vigiar e Punir: nascimento da prisão**. 42. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

JOSÉ, E. A.; COELHO, W. F. **Psicologia do desenvolvimento: desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo: Ática, 1999.

LIMA, Elvira Souza. **Neurociência e Aprendizagem**. São Paulo: Inter Alia, 2007.

LUNDY-EKMAN, L. **Neurociência Fundamentos para a Reabilitação** (p. 258-259, 305-307). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

LURIA, Alexander Romanovich. **Curso de psicologia geral: sensação e percepção**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1991.

MOOJEN, S. et al. **CONFIAS: Consciência fonológica: instrumento de avaliação sequencial**. Coordenação de S. Moojen. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2003.

OMS. Organização Mundial de Saúde. **Classificação de Transtornos Mentais e de Comportamento – CID-10**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

PANTANO, T; ZORZI, J.L. (Org) **Neurociência Aplicada a Aprendizagem**. São José dos Campos: Pulso Editorial, 2009.

PIAGET, J. **Biologia e Conhecimento: ensaio sobre as relações entre as regulações orgânicas e os processos cognoscitivos**. Petrópolis, Vozes, 1973.

PIAGET, J. **Études Sociologiques**. Genebra, Paris: Droz, 1977.

PIAGET, J. **O desenvolvimento do pensamento: a equilibração das estruturas cognitivas**. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

POPPOVIC, Ana Maria. **Distúrbios da leitura e da escrita**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1981.

RUSSO, Rita Margarida Toler. **Neuropsicopedagogia Clínica: introdução, conceitos, teoria e prática**. Curitiba: Editora Juruá, 2015.

SÁNCHEZ, Juan Nicasio García. **Dificuldades de aprendizagem e intervenção psicopedagógica**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

SOUZA, J.; KRAMER, S. O Debate Piaget/Vygotsky e as Políticas Educacionais. **Cadernos de Pesquisa**, 77, 1991, p. 69-80.

SPITZER, Manfred. **Aprendizagem: neurociência e a escola da vida**. São Paulo: Atheneu, 2007.

VYGOTSKY, Lev Semionovich. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.