

NEUROCIÊNCIA E OS TRANSTORNOS DE APRENDIZAGEM NA INFÂNCIA: COMPREENDENDO O DESENVOLVIMENTO CEREBRAL E SEUS IMPACTOS NO PROCESSO EDUCATIVO

NEUROSCIENCE AND LEARNING DISORDERS IN CHILDHOOD: UNDERSTANDING BRAIN DEVELOPMENT AND ITS IMPACTS ON THE EDUCATIONAL PROCESS

NEUROCIENCIA Y TRASTORNOS DEL APRENDIZAJE EN LA INFANCIA: COMPRENDIENDO EL DESARROLLO CEREBRAL Y SUS IMPACTOS EN EL PROCESO EDUCATIVO

Leandro Soares Machado¹

Dilene Bastos Dourado²

Célio Alves Ribeiro³

Flávia Nayara Rodrigues da Silva Barbosa⁴

Taiane Silva da Costa⁵

Stefanie Silva Vieira⁶

Oldair Donizete Galeni⁷

Susana Oliveira Semedo Nunes⁸

Carmen Schafhauser⁹

RESUMO: A compreensão do desenvolvimento cerebral na infância tem se mostrado fundamental para explicar os mecanismos envolvidos nos transtornos de aprendizagem e suas repercussões no contexto educacional. Nesse sentido, o presente estudo teve como objetivo analisar a relação entre o desenvolvimento cerebral infantil e os transtornos de aprendizagem, a partir de uma revisão integrativa da literatura. A busca foi realizada nas bases SpringerLink, DOAJ, Latindex e ERIC, abrangendo publicações entre 2020 e 2026, nos idiomas português e inglês. Foram selecionados 14 estudos que contemplaram aspectos neurobiológicos, cognitivos e ambientais relacionados ao tema. Os achados evidenciam que os transtornos de aprendizagem apresentam natureza multifatorial, envolvendo alterações no desenvolvimento cerebral, fatores perinatais, influências ambientais e processos educacionais. Destaca-se, ainda, a importância da plasticidade cerebral infantil como elemento central na aquisição de habilidades cognitivas, além da relação bidirecional entre cognição e desempenho acadêmico. Esses resultados reforçam que a aprendizagem é um processo dinâmico, influenciado por múltiplas interações ao longo do desenvolvimento. Conclui-se que a integração entre neurociência e

¹ Mestrando em Educação pelo Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

² Mestranda em Ciências da Educação pela Universidad del Sol, Paraguai.

³ Graduado em Bacharelado e Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Ceará.

⁴ Licenciada em Educação Física e Especialista em Educação Física Escolar pelo Centro Universitário Metropolitano da Amazônia.

⁵ Neuropsicóloga pelo Instituto Brasileiro de Medicina e Reabilitação e Pós-Graduada em Neurociências, Educação e Desenvolvimento Infantil pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

⁶ Graduada em Psicologia pela Universidade Tiradentes.

⁷ Graduado em Enfermagem pela Faculdade de Enfermagem e Obstetrícia.

⁸ Enfermeira Especialista em Saúde Mental e Psiquiátrica pela Escola Superior de Saúde Norte da Cruz Vermelha Portuguesa.

⁹ Bacharel em Direito pela Universidade do Contestado e Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Sociedade da Universidade Alto Vale do Rio do Peixe.

educação é essencial para a identificação precoce das dificuldades de aprendizagem e para a construção de estratégias pedagógicas mais eficazes e baseadas em evidências.

Palavras-chave: Aprendizagem. Neurodesenvolvimento. Neuroplasticidade.

ABSTRACT: Understanding brain development in childhood has proven essential to explaining the mechanisms involved in learning disorders and their implications for the educational context. In this sense, this study aimed to analyze the relationship between early brain development and learning disorders through an integrative literature review. The search was conducted in the SpringerLink, DOAJ, Latindex, and ERIC databases, covering publications from 2020 to 2026 in Portuguese and English. Fourteen studies were selected, addressing neurobiological, cognitive, and environmental aspects related to the topic. The findings indicate that learning disorders have a multifactorial nature, involving alterations in brain development, perinatal factors, environmental influences, and educational processes. The importance of childhood brain plasticity is highlighted as a central element in the acquisition of cognitive skills, as well as the bidirectional relationship between cognition and academic performance. These results reinforce that learning is a dynamic process shaped by multiple interactions throughout development. It is concluded that the integration between neuroscience and education is essential for early identification of learning difficulties and for the development of more effective, evidence-based pedagogical strategies.

Keywords Learning. Neurodevelopment. Neuroplasticity.

RESUMEN: La comprensión del desarrollo cerebral en la infancia se ha mostrado fundamental para explicar los mecanismos implicados en los trastornos del aprendizaje y sus repercusiones en el contexto educativo. En este sentido, este estudio tuvo como objetivo analizar la relación entre el desarrollo cerebral temprano y los trastornos del aprendizaje mediante una revisión integradora de la literatura. La búsqueda se realizó en las bases de datos SpringerLink, DOAJ, Latindex y ERIC, abarcando publicaciones entre 2020 y 2026 en portugués e inglés. Se seleccionaron 14 estudios que abordaron aspectos neurobiológicos, cognitivos y ambientales relacionados con el tema. Los hallazgos evidencian que los trastornos del aprendizaje presentan una naturaleza multifactorial, involucrando alteraciones en el desarrollo cerebral, factores perinatales, influencias ambientales y procesos educativos. Se destaca la importancia de la plasticidad cerebral infantil como elemento central en la adquisición de habilidades cognitivas, así como la relación bidireccional entre la cognición y el rendimiento académico. Estos resultados refuerzan que el aprendizaje es un proceso dinámico influenciado por múltiples interacciones a lo largo del desarrollo. Se concluye que la integración entre neurociencia y educación es esencial para la identificación temprana de las dificultades de aprendizaje y para la construcción de estrategias pedagógicas más eficaces basadas en evidencias.

Palabras clave: Aprendizaje. Neurodesarrollo. Neuroplasticidad.

INTRODUÇÃO

A infância constitui uma etapa essencial do desenvolvimento humano, marcada por intensas mudanças neurobiológicas, cognitivas e comportamentais que sustentam a aquisição de habilidades acadêmicas e sociais. Nesse período, a maturação cerebral ocorre de forma dinâmica, sendo influenciada por fatores genéticos, ambientais e sociais que

modulam o desempenho cognitivo e o processo de aprendizagem (Cepraga *et al.*, 2025; Schneider *et al.*, 2024).

As evidências científicas indicam que os transtornos de aprendizagem estão frequentemente associados a alterações no desenvolvimento neurobiológico, envolvendo múltiplos sistemas cerebrais e processos cognitivos complexos. Esses transtornos não devem ser compreendidos de forma isolada, mas sim como parte de uma interação multifatorial que inclui fatores biológicos, ambientais e educacionais (Francés *et al.*, 2022; Johnson *et al.*, 2021). Além disso, estudos destacam que dificuldades acadêmicas podem emergir de padrões atípicos de conectividade neural e de limitações em processos de aquisição do conhecimento (Cherukunnath; Singh, 2022).

Nesse contexto, a neurociência aplicada à educação tem contribuído significativamente para a compreensão dos mecanismos de aprendizagem, evidenciando que o cérebro infantil possui uma capacidade elevada de adaptação e reorganização sináptica, especialmente durante fases críticas do desenvolvimento (Gualtieri; Finn, 2022; Hoferichter; Raufelder, 2024). Entretanto, quando há atrasos no desenvolvimento cerebral ou influências ambientais adversas, podem ocorrer prejuízos no desempenho escolar e na consolidação de habilidades fundamentais, como leitura, escrita e raciocínio lógico (Tan, 2025; Mualem *et al.*, 2024).

Além disso, fatores perinatais e condições ambientais precoces desempenham papel relevante na formação das bases cognitivas, podendo aumentar o risco para dificuldades de aprendizagem ao longo da infância (Schneider *et al.*, 2024; Rakesh *et al.*, 2024).

Diante disso, o problema central que orienta este estudo consiste em compreender como o desenvolvimento cerebral infantil influencia o surgimento e a manifestação dos transtornos de aprendizagem. A justificativa baseia-se na relevância de ampliar o conhecimento científico sobre os mecanismos neurobiológicos e cognitivos envolvidos, contribuindo para práticas educacionais mais inclusivas e baseadas em evidências.

Assim, o intuito deste estudo é analisar, à luz da neurociência contemporânea, as relações entre o desenvolvimento cerebral na infância e os transtornos de aprendizagem, destacando seus impactos no processo educativo e as implicações para intervenções pedagógicas e clínicas.

MÉTODOS

Este estudo foi delineado como uma revisão integrativa da literatura, método que possibilita a reunião, análise e síntese de evidências científicas provenientes de diferentes delineamentos metodológicos, conforme (Whittemore; Knafl, 2005)

A investigação foi conduzida a partir da seguinte questão norteadora: como o desenvolvimento cerebral na infância influencia o surgimento, a manifestação e a evolução dos transtornos de aprendizagem no contexto educacional?

A identificação dos estudos foi realizada na *SpringerLink*, *Directory of Open Access Journals (DOAJ)*, *Latindex* e *Education Resources Information Center (ERIC)*, reconhecidas por sua relevância na disseminação de produções científicas nas áreas da educação, neurociência e psicologia.

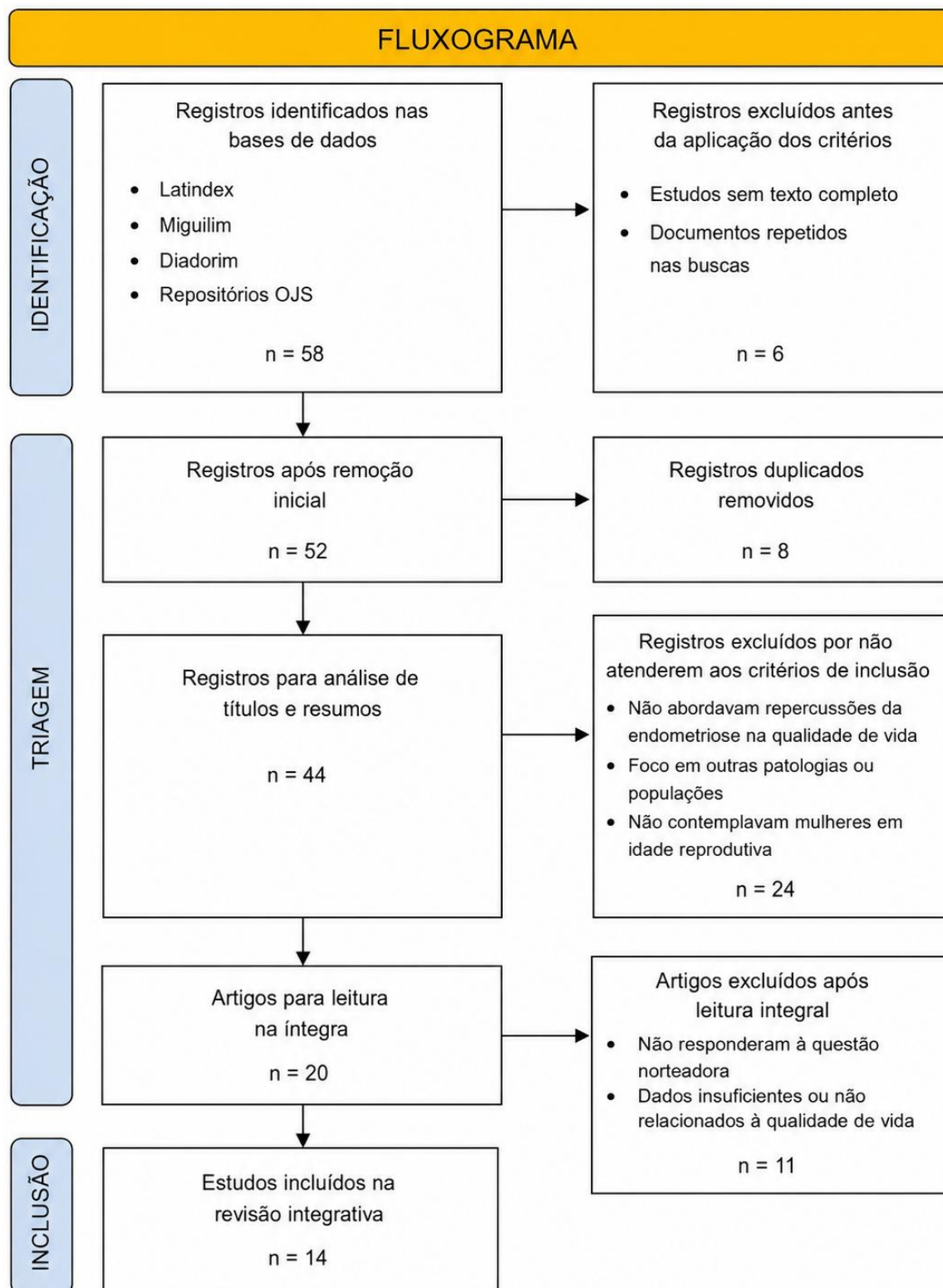
A estratégia de busca foi estruturada a partir de descritores provenientes dos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), como: desenvolvimento cerebral, transtornos de aprendizagem, cognição infantil e neurociência educacional (*Brain Development, Learning Disorders, Child Cognition, Educational Neuroscience*), combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR,.

A seleção dos estudos foi definida com base em critérios previamente estabelecidos, sendo incluídos artigos científicos publicados entre 2020 e 2026, nos idiomas português e inglês, com acesso ao texto completo e aderência direta ao tema proposto. Foram excluídos estudos duplicados, editoriais, cartas ao editor, teses, dissertações e publicações que não apresentavam relação com a temática ou não respondiam à questão norteadora.

O processo de triagem dos estudos ocorreu de forma sistematizada e rigorosa, iniciando-se pela leitura de títulos, seguida pela análise de resumos e, posteriormente, pela leitura integral dos artigos potencialmente elegíveis. Essa etapa permitiu a seleção criteriosa das evidências mais relevantes para o estudo.

O fluxo completo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos está apresentado na Figura 1, garantindo transparência e reprodutibilidade metodológica.

Figura 1 – Fluxograma do processo de seleção dos estudos incluídos na revisão integrativa.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A etapa de análise dos dados foi realizada de maneira descritiva e qualitativa, com organização sistemática das informações extraídas dos estudos selecionados. Esse processo possibilitou a categorização temática dos achados e a construção de uma síntese interpretativa, contribuindo para a compreensão dos mecanismos envolvidos no desenvolvimento cerebral infantil e sua relação com os transtornos de aprendizagem.

RESULTADOS

Este estudo contempla os quatorze estudos que atenderam integralmente à questão norteadora e aos objetivos propostos. A síntese dos estudos incluídos, contemplando autores, ano de publicação, objetivo, delineamento metodológico e principais contribuições, encontra-se organizada na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização dos estudos incluídos na revisão integrativa

Autor/ano	Objetivo	Eixo do estudo	Principais contribuições
Cepraga <i>et al.</i> , 2025	Analisar fatores de risco associados ao surgimento de transtornos do desenvolvimento na infância	Neurodesenvolvimento e fatores de risco	Evidencia que os transtornos do neurodesenvolvimento decorrem de uma interação complexa e dinâmica entre fatores genéticos, biológicos e ambientais, destacando a importância da identificação precoce de condições de risco e da intervenção multidisciplinar nos primeiros anos de vida.
Cherukunnath; Singh, 2022	Explorar processos cognitivos envolvidos na aquisição do conhecimento	Processos cognitivos e aprendizagem	Demonstra que a aquisição do conhecimento envolve múltiplos processos cognitivos interdependentes, os quais são modulados pela organização funcional do cérebro e pelas experiências educacionais, ressaltando o papel ativo do

				aprendiz na construção do conhecimento.
Francés <i>et al.</i> , 2022	Estimar prevalência de transtornos do neurodesenvolvimento segundo critérios DSM-5	Epidemiologia dos transtornos	dos	Apresenta evidências de variações significativas na prevalência dos transtornos do neurodesenvolvimento, reforçando a necessidade de critérios diagnósticos consistentes e da ampliação de estratégias de rastreamento e intervenção precoce.
Gualtieri; Finn, 2022	Investigar capacidades cognitivas infantis em comparação aos adultos	Neurociência	da	Evidencia que o cérebro infantil apresenta maior plasticidade e eficiência em determinados contextos de aprendizagem, especialmente em fases sensíveis do desenvolvimento, favorecendo a aquisição mais flexível de conhecimentos em comparação ao
Hoferichter; Raufelder, 2024	Examinar mecanismos neurobiológicos do desenvolvimento infantil	Neurobiologia	da	Destaca os mecanismos neurobiológicos subjacentes ao desenvolvimento cognitivo, enfatizando a maturação sináptica, a reorganização neural e a influência do ambiente na consolidação das funções executivas e do aprendizado.
Johnson <i>et al.</i> , 2021	Propor modelo sistêmico para transtornos do neurodesenvolvimento	Modelos sistêmicos e neurodesenvolvimento		Propõe uma abordagem sistêmica e integrativa, na qual os transtornos do neurodesenvolvimento são compreendidos como resultado de interações entre múltiplos níveis

				biológicos, neurais e ambientais ao longo do desenvolvimento.
Mualem <i>et al.</i> , 2024	Analisar fatores ecológicos e neurobiológicos no desenvolvimento infantil	Econeurobiologia		Evidencia que o desenvolvimento cognitivo e escolar é fortemente influenciado por fatores ecológicos, como ambiente familiar, estímulos educacionais e condições socioeconômicas, que modulam diretamente a plasticidade cerebral.
Pattie; Iffland, 2025	Investigar mecanismos celulares e moleculares dos transtornos	Biologia celular e molecular		Aponta mecanismos celulares e moleculares compartilhados entre diferentes transtornos do neurodesenvolvimento, destacando alterações em vias sinápticas, neuroplasticidade e comunicação neuronal como elementos centrais.
Peng; Kievit, 2020	Analisar relação bidirecional entre cognição e desempenho acadêmico	Cognição e desempenho escolar	e	Evidencia uma relação bidirecional entre habilidades cognitivas e desempenho acadêmico, na qual tanto a cognição influencia o rendimento escolar quanto as experiências educacionais retroalimentam o desenvolvimento cognitivo.
Rakesh <i>et al.</i> , 2024	Examinar influência da estimulação cognitiva no desenvolvimento	Estimulação ambiental e cognição		Demonstra que ambientes enriquecidos e com maior estimulação cognitiva contribuem significativamente para o fortalecimento de redes neurais, promovendo melhor desempenho em habilidades acadêmicas e cognitivas.

Schneider <i>et al.</i> , 2024	Revisar influências perinatais no desenvolvimento cerebral	Fatores perinatais	Evidencia que condições perinatais adversas, como prematuridade e complicações gestacionais, estão associadas a alterações no desenvolvimento cerebral e maior risco para dificuldades de aprendizagem ao longo da infância.
Strock <i>et al.</i> , 2025	Investigar mecanismos neurais em dificuldades matemáticas	Neurociência computacional e aprendizagem	Identifica padrões neurais e específicos associados às dificuldades de aprendizagem em matemática, destacando o papel de redes cerebrais especializadas no processamento numérico e na cognição simbólica.
Tan, 2025	Analisar impacto do atraso no desenvolvimento cerebral na infância	Desenvolvimento neurocognitivo	Evidencia que atrasos no desenvolvimento cerebral comprometem a aquisição de habilidades cognitivas essenciais, impactando diretamente o desempenho escolar e a consolidação da aprendizagem formal.
Van Duijvenvoorde <i>et al.</i> , 2022	Discutir perspectivas metodológicas sobre aprendizagem no cérebro em desenvolvimento	Metodologia em neurociência	Propõe avanços metodológicos para o estudo da aprendizagem no cérebro em desenvolvimento, enfatizando abordagens multimodais e longitudinais para melhor compreensão dos processos neurocognitivos ao longo da infância.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A análise integrada dos estudos evidencia que o desenvolvimento cerebral na infância constitui um processo altamente dinâmico, no qual a interação entre fatores biológicos,

ambientais e sociais desempenha papel determinante na consolidação das funções cognitivas e no desempenho acadêmico.

Nesse sentido, Cepraga *et al.* (2025) e Johnson *et al.* (2021) convergem ao apontar que os transtornos de aprendizagem não podem ser compreendidos sob uma perspectiva isolada, uma vez que resultam de múltiplas influências que se articulam ao longo do desenvolvimento neurobiológico.

Schneider *et al.* (2024) destacam que condições perinatais adversas exercem impacto significativo na organização cerebral inicial, podendo comprometer o desenvolvimento de circuitos neurais essenciais para a aprendizagem. Essa perspectiva é ampliada por Tan (2025), que enfatiza que atrasos no desenvolvimento cerebral estão diretamente associados a prejuízos na aquisição de habilidades fundamentais, como linguagem, leitura e raciocínio lógico.

Além dos fatores biológicos, os estudos de Mualem *et al.* (2024) e Rakesh *et al.* (2024) evidenciam a relevância do ambiente no desenvolvimento cerebral infantil. Mualem *et al.* (2024) defendem que condições ecológicas, como ambiente familiar, escolar e socioeconômico, exercem influência direta sobre a plasticidade cerebral, modulando a capacidade de aprendizagem. Em concordância, Rakesh *et al.* (2024) demonstram que a estimulação cognitiva adequada favorece a reorganização neural e fortalece habilidades acadêmicas, sugerindo que o ambiente pode atuar como fator protetor frente a possíveis dificuldades de aprendizagem.

Sob outra perspectiva, Gualtieri e Finn (2022) destacam que o cérebro infantil apresenta características únicas de plasticidade, permitindo maior flexibilidade na aquisição de conhecimentos quando comparado ao cérebro adulto. Essa visão é complementada por Hoferichter e Raufelder (2024), que reforçam que a maturação sináptica e a reorganização neural são processos fundamentais para o desenvolvimento das funções executivas, essenciais ao desempenho escolar.

Cherukunnath e Singh (2022) ressaltam que a aquisição do conhecimento envolve múltiplos sistemas cognitivos interdependentes, incluindo atenção, memória e funções executivas. Peng e Kievit (2020), reforçam que ao demonstrarem a existência de uma relação bidirecional entre cognição e desempenho acadêmico, na qual o desenvolvimento cognitivo influencia o rendimento escolar e, simultaneamente, as experiências educacionais retroalimentam o desenvolvimento das habilidades cognitivas.

No que se refere às bases biológicas mais específicas, Pattie e Iffland (2025) apontam que diferentes transtornos do neurodesenvolvimento compartilham mecanismos celulares e moleculares, especialmente relacionados à sinapse e à comunicação neuronal. Essa abordagem é aprofundada por Strock *et al.* (2025), que identifica padrões neurais específicos associados às dificuldades matemáticas, demonstrando que alterações em redes cerebrais especializadas podem explicar manifestações particulares dos transtornos de aprendizagem.

Van Duijvenvoorde *et al.* (2022) destacam a necessidade de abordagens mais robustas e integradas para o estudo da aprendizagem no cérebro em desenvolvimento, defendendo o uso de métodos longitudinais e multimodais. Essa proposta é coerente com as evidências apresentadas por Francés *et al.* (2022), que apontam variações na prevalência dos transtornos do neurodesenvolvimento e reforçam a importância de critérios diagnósticos consistentes para melhor compreensão e intervenção precoce.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise da neurociência e as relações entre o desenvolvimento cerebral na infância e os transtornos de aprendizagem, evidenciando como os processos neurobiológicos, cognitivos e ambientais interagem de forma complexa na constituição das habilidades acadêmicas. A partir da síntese dos estudos incluídos, foi possível responder à questão norteadora, compreendendo que o desenvolvimento cerebral infantil exerce influência direta e multifatorial sobre o surgimento, a manifestação e a evolução das dificuldades de aprendizagem no contexto educacional.

Identificou-se as evidências científicas que demonstram a importância da maturação cerebral, da plasticidade neural e dos fatores ambientais no processo de aprendizagem. Observou-se que o desempenho escolar não pode ser compreendido de forma isolada, mas sim como resultado de uma interação contínua entre estruturas cerebrais em desenvolvimento e experiências educacionais ao longo da infância.

Os principais achados desta revisão indicam que os transtornos de aprendizagem estão associados a alterações em redes neurais específicas, além de sofrerem influência significativa de fatores perinatais, ambientais e socioeducacionais. Evidenciou-se, ainda, que a plasticidade cerebral infantil representa um elemento central no processo de aprendizagem, podendo atuar

tanto como fator de proteção quanto como vulnerabilidade, dependendo das condições de estímulo e desenvolvimento.

Adicionalmente, os estudos analisados reforçam que a aprendizagem é um processo dinâmico e bidirecional, no qual o desenvolvimento cognitivo influencia o desempenho acadêmico e, simultaneamente, as experiências educacionais contribuem para o fortalecimento das habilidades cognitivas. Dessa forma, destaca-se a necessidade de intervenções precoces e estratégias pedagógicas baseadas em evidências neurocientíficas, capazes de potencializar o desenvolvimento infantil.

Como contribuição para o avanço científico da área, sugere-se a realização de estudos longitudinais que acompanhem o desenvolvimento cerebral infantil desde a primeira infância até a fase escolar, com foco na identificação precoce de marcadores neurocognitivos associados aos transtornos de aprendizagem. Pesquisas dessa natureza podem contribuir para a construção de modelos preditivos mais precisos e para o desenvolvimento de intervenções educacionais mais eficazes e individualizadas.

Em suma, a compreensão integrada entre neurociência e educação é fundamental para o enfrentamento dos transtornos de aprendizagem, possibilitando práticas mais inclusivas e baseadas em evidências. A articulação entre conhecimento científico e prática educacional representa um caminho essencial para a promoção do desenvolvimento cognitivo saudável e para a melhoria dos resultados educacionais na infância.

REFERÊNCIAS

1. CEPRAGA, V. *et al.* The complex approach of risk factors in the emergence of developmental disorders in children of young age. **Bulletin of the Academy of Sciences of Moldova. Medical Sciences**, 2025.
2. CHERUKUNNATH, D.; SINGH, A. Exploring cognitive processes of knowledge acquisition to upgrade academic practices. **Frontiers in Psychology**, v. 13, 2022.
3. FRANCÉS, L. *et al.* Current state of knowledge on the prevalence of neurodevelopmental disorders in childhood according to the DSM-5: a systematic review in accordance with the PRISMA criteria. **Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health**, v. 16, 2022.
4. GUALTIERI, S.; FINN, A. The sweet spot: when children's developing abilities, brains, and knowledge make them better learners than adults. **Perspectives on Psychological Science**, v. 17, p. 1322-1338, 2022.

5. HOFERICHTER, F.; RAUFELDER, D. Mind, brain and education – neuromechanisms during child development. **The British Journal of Educational Psychology**, 2024.
6. JOHNSON, M. H. *et al.* Annual research review: anterior modifiers in the emergence of neurodevelopmental disorders (AMEND)—a systems neuroscience approach to common developmental disorders. **Journal of Child Psychology and Psychiatry**, v. 62, p. 610–630, 2021.
7. MUALEM, R. *et al.* Econeurobiology and brain development in children: key factors affecting development, behavioral outcomes, and school interventions. **Frontiers in Public Health**, v. 12, 2024.
8. PATTIE, E. A.; IFFLAND, P. H. Shared disease mechanisms in neurodevelopmental disorders: a cellular and molecular biology perspective. **Brain Sciences**, v. 16, 2025.
9. PENG, P.; KIEVIT, R. The development of academic achievement and cognitive abilities: a bidirectional perspective. **Child Development Perspectives**, v. 14, p. 15–20, 2020.
10. RAKESH, D. *et al.* Environmental contributions to cognitive development: the role of cognitive stimulation. **Developmental Review**, v. 73, 2024.
11. SCHNEIDER, D. *et al.* Perinatal influences on academic achievement and the developing brain: a scoping systematic review. **Frontiers in Psychology**, v. 15, 2024.
12. STROCK, A.; MISTRY, P. K.; MENON, V. Personalized deep neural networks reveal mechanisms of math learning disabilities in children. **Science Advances**, v. 11, 2025.
13. TAN, M. K. The impact of brain developmental delay on the learning process during the early childhood phase. **The Asian Educational Therapist**, 2025.
14. VAN DUIJVENVOORDE, A. V. *et al.* A methodological perspective on learning in the developing brain. **NPJ Science of Learning**, v. 7, 2022.
15. WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. **Journal of Advanced Nursing**, v. 52, n. 5, p. 546–553, 2005.