



Universidade
Estadual de Goiás



NEUROCIÊNCIA E TRANSTORNOS DE APRENDIZAGEM: propiciamentos para informação e formação docente

Daisy Cristina Olerich Cecatto (USP)¹

Resumo: Este estudo propõe uma revisão bibliográfica narrativa das literaturas sobre as pesquisas em neurociências com potencial de aplicabilidade na prática educacional, visando uma melhor compreensão e emprego dos Princípios de Mente, Cérebro e Educação (MCE) em salas de aula cada vez mais heterogêneas. A transdisciplinaridade entre neurociência, psicologia e educação apresenta oportunidades significativas para aprimorar a formação docente, especialmente no contexto de alunos com transtornos de aprendizagem. O estudo concentra-se na análise de como a neurociência pode contribuir e promover práticas educacionais em prol de um ensino mais protetivo, empático e eficaz para alunos e professores, com foco particular naqueles que enfrentam transtornos específicos de aprendizagem. Serão exploradas as contribuições recentes da neurociência para a formação de professores, discutindo as implicações destas para a formação contínua de educadores. O objetivo é refletir sobre os progressos na integração da neurociência à formação docente, propondo recomendações baseadas em evidências para futuras práticas e políticas educacionais.

Palavras-chave: Cérebro. Educação. Neurociência. Transtornos de aprendizagem. Formação de professores.

INTRODUÇÃO

A formação de professores no Brasil, conforme citado na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)² (2015), na Base Nacional Comum para a Formação Continuada de Professores da Educação Básica (BNC-Formação Continuada)³ (2020) e no Plano Nacional de Educação (PNE)⁴ (2014), deve considerar a necessidade de uma educação inclusiva que respeite as diversidades e promova o aprendizado eficaz de todos os alunos, incluindo aqueles com dificuldades e ou transtornos específicos de aprendizagem. No entanto, estes documentos não orientam como fazê-lo e nem regulamentam a necessidade de ações para alinhar as práticas educacionais com as necessidades contemporâneas da educação, onde a compreensão de como o cérebro aprende e se adapta é basilar. A educação, enfrenta constantemente desafios emergentes relacionados à diversidade de necessidades de aprendizagem dos alunos.

¹ Doutoranda em Neurociências e Comportamento pela Universidade de São Paulo (USP). E-mail:

daisy.olerich@gmail.com

² https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE_RES_CNECPN22015.pdf

³ <http://portal.mec.gov.br/docman/outubro-2020-pdf/164841-rcp001-20/file>

⁴ http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2014/lei/113005.htm



Universidade
Estadual de Goiás



Entre eles, os transtornos de aprendizagem requerem atenção, conhecimento e práticas embasadas para que todos alcancem seu potencial. Com o avanço da neurociência cognitiva, surge o campo da Mente, Cérebro e Educação (MCE), que propõe uma fusão entre o entendimento científico do cérebro e as práticas pedagógicas (Fischer, 2009). Assim, este trabalho investiga como a integração da neurociência à formação de professores pode beneficiar a educação de alunos com transtornos de aprendizagem.

A relevância da neurociência na educação tem sido amplamente discutida e aceita, com pesquisadores como Souza (2017) e Tokuhama-Espinosa (2020) defendendo que uma compreensão dos processos cerebrais pode transformar as estratégias educacionais. Pesquisadores como Damásio (2007) reiteram que a base do aprendizado e da tomada de decisões é intrinsecamente ligada às estruturas cerebrais, sugerindo que um entendimento neurocientífico pode oferecer aos educadores ferramentas mais eficazes para abordar as especificidades dos transtornos de aprendizagem. A importância de integrar conhecimentos neurocientíficos na formação docente é apontada por David (2021), que discute como as novas descobertas sobre o cérebro podem ser aplicadas para transformar as práticas educacionais. No entanto, apesar dos avanços no campo da pesquisa, uma lacuna persiste na formação docente no que se refere à integração com a neurociência. Como apontado por Ramacciotti (2022), os programas de formação de professores ainda carecem de um componente que vincule teoria neurocientífica à prática pedagógica.

CONCEITOS E PRINCÍPIOS DA MCE

A MCE emergiu durante a chamada década do cérebro, nos anos 1990, como uma resposta à necessidade de integrar conhecimentos provenientes da neurociência, psicologia e educação. Este campo transdisciplinar visa aprimorar os processos de ensino e aprendizagem, combinando insights das ciências cognitivas e comportamentais com práticas pedagógicas, para construir um ensino mais eficaz, inclusivo e protetivo Ramacciotti et al. (2024). A MCE não apenas unifica essas disciplinas, mas também busca aplicá-las diretamente na sala de aula, promovendo um ambiente de aprendizagem que atenda às necessidades subjetivas dos alunos. A MCE tem suas raízes na convergência entre a neurociência cognitiva e a psicologia do desenvolvimento. Tokuhama-Espinosa (2020) enfatiza que essa ciência visa compreender



Universidade
Estadual de Goiás



como o cérebro aprende e como essas descobertas podem ser adaptadas para melhorar a educação. Fischer (2009) destaca que a MCE envolve um esforço colaborativo entre pesquisadores e educadores para transformar práticas educacionais com base em evidências científicas, garantindo que as metodologias de ensino possam alinhar-se com o funcionamento do cérebro humano e assim propiciar uma maior eficácia no processo ensino-aprendizado.

Os princípios fundamentais da MCE refletem a complexidade do aprendizado humano e fornecem uma base para a aplicação prática na educação. Entre os princípios mais importantes estão: a) Singularidade dos Cérebros Humanos: Cada cérebro é único, moldado por experiências individuais e características inatas. b) Neuroplasticidade: A capacidade do cérebro de se reorganizar em resposta a novos aprendizados é um dos pilares da MCE. c) Importância da Experiência Prévia: A aprendizagem é profundamente influenciada por experiências anteriores, que moldam a forma como novas informações são processadas e assimiladas. d) Neuromodulação: Refere-se ao papel dos neurotransmissores na facilitação ou inibição da aprendizagem. e) Sistemas de Memória e Atenção: A eficácia da aprendizagem depende de sistemas desenvolvidos de memória de curto e longo prazo e da capacidade de manter a atenção em tarefas específicas. Dentre estes princípios destacamos a neuroplasticidade. De acordo com Reis et al. (2009), a neuroplasticidade envolve a capacidade do cérebro de mudar e se adaptar em resposta a novas experiências, consequentemente uma questão bastante relevante de se entender, quando falamos sobre indivíduos com transtornos de aprendizagem. Kuhl e Ramírez (2019) mostram como o desenvolvimento precoce do cérebro pode ser influenciado por experiências educativas, destacando a importância de intervenções educacionais desde a primeira infância. Essas intervenções não só promovem o desenvolvimento cognitivo, mas também preparam o terreno para a aprendizagem ao longo da vida.

Integrar a MCE nos currículos de formação de professores apresenta desafios significativos, incluindo a necessidade de superar crenças institucionais e conceituais. Ramacciotti Et al. (2024) enfatiza a importância de uma abordagem colaborativa que envolva educadores e pesquisadores no desenvolvimento de práticas pedagógicas baseadas em evidências. Ekuni e Pompéia (2016), também enfatizam que os neuromitos, concepções



Universidade
Estadual de Goiás



errôneas sobre como o cérebro funciona, podem criar expectativas irreais e estratégias inadequadas, prejudicando o desenvolvimento educacional.

Portanto, as aplicações educacionais da MCE são amplas, podem abranger desde a reformulação de currículos de formação até a personalização do ensino para atender melhor às necessidades dos alunos com transtornos de aprendizagem.

DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM E TRANSTORNOS DE APRENDIZAGEM - CONCEITOS E IMPLICAÇÕES

A distinção entre dificuldades e transtornos de aprendizagem é fundamental para o desenvolvimento de práticas educacionais. A compreensão clara desses conceitos pode evitar atitudes equivocadas e proporcionar o suporte para práticas educacionais adequadas. Dito isso, vamos explorar brevemente esses conceitos, com base no Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-5) (2013).

Diferente dos transtornos, as dificuldades de aprendizagem são obstáculos temporários que podem resultar de fatores emocionais, metodológicos ou ambientais. Influenciadas por contextos inadequados ou falhas no método de ensino, são frequentemente superáveis com intervenções pedagógicas e suporte adequado (Gracino, 2021; DSM-5, 2013). Estes problemas variam em intensidade e, frequentemente, podem ser resolvidos ou atenuados com estratégias pedagógicas específicas e apoio familiar. Exemplos incluem dificuldades na leitura ou na compreensão de textos, que podem ser abordadas com metodologias de ensino individualizadas que considerem as necessidades únicas de cada aluno.

Já os transtornos de aprendizagem são condições neurobiológicas com dificuldades persistentes, como dislexia, discalculia e disgrafia, que não são justificadas por problemas sensoriais ou falta de instrução adequada (DSM-5, 2013). Generalizações e desinformações sobre dificuldades e distúrbios de aprendizagem podem levar a intervenções inadequadas e aumentar o estresse e a frustração dos alunos e professores. A crença errônea de que todos os alunos com dificuldades de leitura têm dislexia, por exemplo, pode resultar na perpetuação de estereótipos e quebra do vínculo positivo com a aprendizagem. O texto de Tuleski (2024) nos traz que a abordagem histórico-cultural oferece uma perspectiva para compreender como as dificuldades e transtornos de aprendizagem são influenciados pelo contexto social e cultural.



Universidade
Estadual de Goiás



Esta abordagem enfatiza a importância do ambiente de aprendizado e das interações sociais no desenvolvimento das habilidades acadêmicas. A formação para professores, conforme sugerido por Ciasca (2006), capacita-os a identificar adequadamente as dificuldades e ou transtornos de aprendizagem e a partir daí terão embasamento tanto para a elaboração de estratégias pedagógicas, quanto para sugerir aos cuidadores o encaminhamento a profissionais especializados.

Ramacciotti e Gualtieri (2022) contribuem com a concepção de que o estresse experienciado nos diversos ambientes, bem como no ambiente de aprendizagem, tem impacto significativo nas funções executivas e no desempenho acadêmico dos alunos. As pesquisadoras destacam que o estresse crônico afeta a memória, a atenção e a capacidade de resolver problemas, o que por consequência poderá exponenciar as dificuldades ou transtornos de aprendizagem. Deste modo, professores conhecedores dos conceitos e concepções de dificuldades e transtornos de aprendizagem, poderão trabalhar com metodologias e estratégias que podem mitigar o estresse e promover a regulação emocional, essenciais para criar um ambiente de aprendizado mais protetivo.

Por conseguinte, Dias (2010) destaca a importância de um ambiente de aprendizado que favoreça o desenvolvimento das funções executivas e habilidades cognitivas. Ademais, por constatar-se que as dificuldades e transtornos de aprendizagem representam desafios significativos no campo educacional⁵, fica evidente que a necessidade de uma compreensão clara desses conceitos para o desenvolvimento de estratégias e atitudes pedagógicas adequadas. Diferenciar entre dificuldades temporárias e transtornos do neurodesenvolvimento é basilar para a implementação de um ambiente educativo e protetivo. A formação e informação contínua de professores, a colaboração entre educadores, pesquisadores e formuladores de políticas é impreterível para garantir que docentes e discentes recebam o suporte e propiciamentos necessários para melhorarmos o processo de ensino-aprendizado.

⁵ <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/enem/enem-2023-inep-garante-recursos-de-acessibilidade>



FORMAÇÃO DE PROFESSORES E PROPICIAMENTOS PARA FATORES DE PROTEÇÃO

O conhecimento é fundamental para garantir que educadores estejam preparados para lidar com a diversidade de necessidades presentes em sala de aula. Góes e Boruchovitch (2022), que discutem os efeitos positivos de um programa de intervenção baseado em princípios neurocientíficos para crianças com necessidades educacionais especiais. Os resultados mostram melhorias significativas na aprendizagem e comportamento, indicando que a formação de professores deve incluir conhecimentos sobre neurociência para atender adequadamente esses alunos.

Autores como Damasceno (2021) e Vieira (2012) reforçam que a neurociência deve ser integrada à pedagogia não como substituta das teorias tradicionais, mas como um complemento essencial que, por meio de uma abordagem transdisciplinar, enriquece a prática docente e permite o desenvolvimento de estratégias mais eficientes. Neste sentido, Monte Mor (2018) acrescenta uma dimensão importante a essa discussão ao destacar a relevância do letramento crítico na formação de professores. Em seu estudo, Monte Mor argumenta que o letramento crítico não apenas enriquece a prática educacional, mas também promove uma expansão das perspectivas dos professores e alunos, ao incentivar a construção de sentidos de maneira mais ampla e reflexiva. Este enfoque é particularmente relevante para a formação inicial de professores, onde a habilidade de interpretar e questionar textos é fundamental.

Isto posto, a neurociência oferece compreensões valiosas sobre como o cérebro aprende. Assim como Ramacciotti (2022), Nunes et al. (2014) também pesquisa sobre fatores de risco e proteção na escola e destaca a importância de criar ambientes que favoreçam a resiliência e a adaptação dos alunos. Essas descobertas enfatizam a necessidade de os professores entenderem os impactos neurobiológicos dos transtornos de aprendizado para aplicarem esse conhecimento no propiciamento de ambientes de aprendizagem mais protetivos. Ressalta-se que a proposta não é que professores se tornem neurocientistas, mas que apliquem conceitos fundamentais da área para diminuir o estresse de todos os envolvidos e fortalecer o vínculo positivo com a aprendizagem, criando um importante fator protetivo em sala de aula. Para além disso, o texto de Olerich (2023) discute a importância de práticas pedagógicas inclusivas para alunos com TDAH (Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade). O estudo ressalta a importância de não quebrarmos o vínculo emocional



Universidade
Estadual de Goiás



destes alunos com a aprendizagem, lançando mão de estratégias para engajar os alunos e facilitar a aprendizagem. A pesquisa destaca que estas estratégias podem abrir as portas para o aprendizado, despertando emoções positivas e contribuindo para a atenção, formação de memórias e acomodação de aprendizados Olerich (2023).

Desta forma, para Diamond (2012), o desenvolvimento emocional e social é tão importante quanto o desenvolvimento físico, por isso, os pesquisadores ressaltam a importância de uma abordagem holística na educação. Eles analisam diversas intervenções que ajudam no desenvolvimento das funções executivas em crianças, destacando que a prática repetida e os desafios constantes são essenciais para melhorar as funções executivas. Garbuio e Braga (2023) examinam a formação de professores para a educação inclusiva e também destacam a relevância da formação contínua e especializada para atender alunos com transtornos e ou dificuldades, concluindo que a formação adequada dos professores é impreterível para que os educadores desenvolvam práticas que atendam à heterogeneidade dos alunos.

Na mesma linha, Avtzon (2021) investigou os efeitos de um treinamento de habilidades cognitivas baseado em neurociência em crianças com dificuldades de aprendizagem. Seus resultados mostram melhorias significativas em habilidades cognitivas e acadêmicas, indicando que a integração de tais programas na formação de professores são benéficos para o processo de ensino-aprendizado, especialmente quando tratamos de alunos com transtornos ou dificuldades de aprendizado. Tokuhama-Espinosa & Borja (2023) trazem o conceito de "neuroconstrutivismo radical", que combina neurociência e educação para explicar a dinâmica do ensino e da aprendizagem. A pesquisa destaca a importância de uma abordagem transdisciplinar e ressalta como a interação dinâmica entre alunos e professores influencia o processo de aprendizagem. Nessa perspectiva, tecnologias digitais baseadas em neurociência podem apoiar alunos com necessidades especiais (Rivi, 2023), o que se alinha à importância do letramento digital crítico, que capacita os alunos a navegar e interpretar informações de forma autônoma (Olerich, 2024). Assim, ao entender e utilizar as tecnologias digitais de forma crítica, os professores podem fomentar a autonomia dos alunos e prepará-los para enfrentar um mundo cada vez mais digitalizado.



Universidade
Estadual de Goiás



Por conseguinte, Guerra (2011) acrescenta uma camada indispensável ao debate, ao analisar a relação entre neurociência e educação, destacando tanto os benefícios quanto os desafios dessa interação. A pesquisadora enfatiza a necessidade de uma abordagem cautelosa e rigorosa na aplicação de conhecimentos neurocientíficos na educação, pois os desafios de integrar a neurociência na formação docente são amplificados pela necessidade de superar barreiras institucionais e conceituais. Portanto, é fundamental que os educadores se movam além da euforia inicial com a neurociência e se engajem em uma análise crítica de como esses conhecimentos podem ser aplicados de forma ética e protetiva.

CONSIDERAÇÕES

Em suma, esta análise revelou que a formação de professores informada pela neurociência é essencial para construir salas de aula mais inclusivas e eficazes. A compreensão dos processos cerebrais, aliada ao letramento crítico e digital, permite o desenvolvimento de práticas que atendam às necessidades cognitivas e emocionais dos alunos. Portanto, é imprescindível que políticas educacionais e programas de formação docente incorporem esses conhecimentos para preparar educadores para os desafios contemporâneos, garantindo um aprendizado significativo e protetivo.

REFERÊNCIAS

American Psychiatric Association. (2014). **Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5** (5ª ed., Maria Inês Corrêa Nascimento, et al., Trad.). Artmed.

Avtzon, S. A. (2014). Effect of neuroscience-based cognitive skill training on growth of cognitive deficits associated with learning disabilities in children grades 2-4. **Learning Disabilities**, 18(3), 111-122.

Ciasca, S. M. , Lima, R. F., Mello, R. J. L., &Massoni, I. (2006). Dificuldades de aprendizagem: Queixas escolares e diagnósticos em um Serviço de Neurologia Infantil. **Revista Neurociências**, 14(4), 185-190.

Damasio, A., & Immordino-Yang (2007). We feel, therefore we learn: The relevance of affective and social neuroscience to education. **Mind, Brain, and Education**, 1(1), 3-10. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2007.00004.x>

Damasceno, M. (2021). **As contribuições da neurociência à pedagogia.**



Universidade
Estadual de Goiás



David, M. (2021). How we learn: The new science of education and the brain. **Cognitive Neuropsychiatry**, 26(1), 73-74.

Diamond, J. B., & Guare, R. (2012). Interventions shown to aid executive function development in children. In G. F. Clark (Ed.), **Handbook of Clinical Child Psychology** (4th ed.). New York: Wiley.

Dias, N. M., Menezes, A. B., & Seabra, A. G. (2010). Alterações das funções executivas em crianças e adolescentes. **Estudos Interdisciplinares em Psicologia**, 1(1), 80-95.

Ekuni, R., & Pompéia, S. (2016). O impacto da divulgação científica na perpetuação de neuromitos na educação. **Revista da Biologia**, 15(1), 21-28.

Fischer, K.W. (2009). Mind, brain, and education: Building a scientific groundwork for learning and teaching. **Mind, Brain, and Education**, 3(1), 3-16. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2008.01048.x>

Garbuio, L. K., & Braga, L. A. (2023). Formação docente e educação inclusiva. **Revista Teias do Conhecimento**, 3(1), 154-165. <https://doi.org/10.5212/RevTeiasConhecimento.v1i1.2023.j>

Gracino, M. (2023). **Dificuldades e distúrbios de aprendizagem**. Apostila de Educação Especial.

Góes, N. M., & Boruchovitch, E. (2022). Efeitos positivos de um programa de intervenção para o fortalecimento das estratégias de aprendizagem de professores do Ensino Médio brasileiro. **Posições**, 33.

Guerra, L. B. (2011). O diálogo entre a neurociência e a educação: Da euforia aos desafios e possibilidades. **Revista Interlocação**, 4(4), 3-12.

Kuhl, P. K., & Ramírez, N. F. (2019). Neuroscience and education: How early brain development affects school. In D. A. Sousa (Ed.), **The principles of neuroscience in education** (pp. 27-42). Institute for Learning & Brain Sciences, University of Washington.

Monte Mór, W. (2022). Letramentos críticos e expansão de perspectivas: Diálogo sobre práticas. ResearchGate. Available at: https://www.researchgate.net/publication/341946048_Letramentos_em_Pratica_na_Formacao_Inicial_de_Professores_de_Inglês

Nunes, T. G. R., Pontes, F. A. R., Silva, L. I. D. C., & Dell'Aglio, D. D. (2014). Fatores de risco e proteção na escola: Reprovação e expectativas de futuro de jovens paraenses. **Psicologia Escolar e Educacional**, 18, 203-210.

Olerich, D. C. (2023). Letramentos Visuais e Educação Linguística: Construindo Possibilidades Inclusivas para Alunos com TDAH. In Ferraz, D. & Mizan, S. (Orgs.), **Do grafite ao cinema: Letramentos visuais e educação linguística dão as mãos** (pp. 237-243). Pimenta Cultural.



Olerich, D. C. (2024). **Rupturas e continuidades da pandemia de COVID-19: A (re)construção de sentidos do ensino remoto emergencial ao letramento digital emergencial em contexto de um instituto de idiomas (Dissertação de Mestrado).** Universidade de São Paulo.

Ramacciotti, M. C. C., & Gualtieri, M. (2022). Resposta ao estresse e funções executivas. **Revista Neurociências e Comportamento**, 1(8), 45-67.

Ramacciotti, M. C. C. (2022). **Neurobiological aspects of individual differences in early childhood education: An investigation of executive functions and stress response (Tese de doutorado, Universidade de São Paulo).** Universidade de São Paulo, Instituto de Psicologia.

Ramacciotti, M. C. C., et al. (2024). Sobre a ciência da mente, cérebro e educação: Uma breve introdução. **Revista Neurociências e Comportamento**, 2, 33-76.

Reis, A. I. D., Petersson, K. M., & Faísca, L. (2009). Neuroplasticidade: Os efeitos de aprendizagens específicas no cérebro humano. In C. Nunes & S. Jesus (Eds.), **Temas atuais em Psicologia** (pp. 11-26). Faro: Universidade do Algarve.

Rivi, Frei-Landau, Grobgeld, E., & Guberman, R. (2023). Implementing digital neuroscience in special-needs-teacher education: Exploring student-teachers' multifaceted learning outcomes related to teaching children with neurodevelopmental disorders. **Frontiers in Psychology**, 14, 1232315. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1232315>

Souza, A. de, & Alves, A. (2017). A neurociência na formação de educadores. **Revista Psicopedagogia**, 34 (105), 320-331.

Tokuhama-Espinosa, T. (2020). **Evaluating what mind, brain and education has taught us.** Access: Contemporary Issues in Education, 40, 63-71.

Tokuhama-Espinosa, T., & Borja, C. (2023). **Radical neuroconstructivism: A framework to combine the how and what of teaching and learning.** Frontiers in Education, 8, 1215510.

Tuleski, E. (2024). Repensando os distúrbios de aprendizagem a partir da psicologia histórico-cultural. **Revista de Psicologia Educacional.**

Vieira, E. P. de P. (2012). Neurociências, cognição e educação: Limites e possibilidades na formação de professores. **Revista Práxis**, 4(8), 31-37.