Estado da publicação: O preprint não foi publicado em outro meio.

Revisão sistemática sobre neuroeducação: temas emergentes e aplicações na prática educacional

Daniel Felipe Martins, Adriana Maria Tonini, Márcia Gorett Ribeiro Grossi

https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

Submetido em: 2025-07-24
Postado em: 2026-06-15 (versão 2)
(AAAA-MM-DD)

Justificativa da versão: Esta submissão corresponde a uma versão substancialmente reformulada do manuscrito anteriormente avaliado pela revista. As observações recebidas foram fundamentais para o amadurecimento do texto, especialmente no que se refere à necessidade de superar uma apresentação inicialmente descritiva dos resultados e fortalecer a problematização teórica da neuroeducação no campo educacional. A partir desse retorno, a seção de resultados foi reorganizada em eixos interpretativos, contemplando formação docente, neuromitos, metodologias ativas, tecnologias educacionais, inclusão escolar, diversidade e processos cognitivos da aprendizagem. Além disso, o referencial teórico foi ampliado para dialogar com autores da formação docente e da educação especial/inclusiva, de modo a situar a apropriação pedagógica da neuroeducação no contexto brasileiro. Com essas alterações, buscamos explicitar que a neuroeducação não deve ser compreendida como uma aplicação técnica direta das evidências neurocientíficas à sala de aula, mas como um campo interdisciplinar que exige mediação pedagógica, formação docente, sensibilidade à diversidade e atenção aos riscos de reducionismo biológico, medicalização e uso acrítico de tecnologias.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

ARTIGO

REVISÃO SISTEMÁTICA SOBRE NEUROEDUCAÇÃO: TEMAS EMERGENTES E APLICAÇÕES NA PRÁTICA EDUCACIONAL

DANIEL FELIPE MARTINS[1]
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-3136-5009
<daniel.fmartins@yahoo.com.br>
ADRIANA MARIA TONINI[2]
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5406-1621
<atonini@ufop.edu.br>
MÁRCIA GORETT RIBEIRO GROSSI[3]
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3550-6680
<marciagrossi@terra.com.br>

[1] Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Belo Horizonte, Minas Gerais (MG), Brasil.
[2] Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Belo Horizonte, Minas Gerais (MG), Brasil.
[3] Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Belo Horizonte, Minas Gerais (MG), Brasil.

RESUMO: Este artigo teve como objetivo mapear os avanços teóricos e práticos no campo da neuroeducação, por meio de uma revisão sistemática da literatura, com vistas a identificar lacunas, orientar futuras investigações e apoiar a aplicação de estratégias neurocientíficas no cotidiano escolar. A revisão foi realizada conforme o protocolo PRISMA. Foram analisados 130 artigos indexados na base *Scopus*, utilizando *VOSviewer* e *NVivo* para análise bibliométrica e qualitativa. Os resultados revelam quatro áreas principais: aplicação prática da neurociência na educação, métodos de aprendizagem ativa, formação docente e estudos sobre memória. A revisão identificou desafios como a persistência de neuromitos, a baixa inclusão de conteúdos neurocientíficos na formação docente inicial e a necessidade de maior rigor metodológico em pesquisas longitudinais. Destaca-se ainda o potencial transformador de tecnologias emergentes, como a inteligência artificial, desde que utilizadas de forma ética e pedagógica. Conclui-se que a neuroeducação é um campo interdisciplinar em expansão, com contribuições relevantes para o aprimoramento das práticas pedagógicas, mas ainda enfrenta barreiras na implementação prática e na promoção de políticas educacionais inclusivas e baseadas em evidências.

Palavras Chave: Neuroeducação, Formação Docente, Aprendizagem ativa, Neuroplasticidade, Inteligência Artificial

SYSTEMATIC REVIEW ON NEUROEDUCATION: EMERGING THEMES AND APPLICATIONS IN EDUCATIONAL PRACTICE

ABSTRACT: This article aimed to map theoretical and practical advances in the field of neuroeducation through a systematic literature review, seeking to identify gaps, guide future research, and support the application of neuroscientific strategies in everyday school practice. The review was conducted following the PRISMA protocol. A total of 130 articles indexed in the Scopus database were analyzed using VOSviewer and NVivo for bibliometric and qualitative analysis. The results reveal four main areas: the practical application of neuroscience in education, active learning methods, teacher education, and memory studies. The review identified challenges such as the persistence of neuromyths, the limited inclusion of neuroscientific content in initial teacher education, and the need for greater methodological rigor in longitudinal studies. It also highlights the transformative potential of emerging technologies, such as artificial intelligence, provided they are used ethically and pedagogically. It concludes that neuroeducation is an expanding interdisciplinary field, with relevant contributions to improving pedagogical practices, but still faces barriers to practical implementation and to the promotion of inclusive, evidence-based educational policies.

Keywords: Neuroeducation, Teacher Training, Active Learning, Neuroplasticity, Artificial Intelligence

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

REVISIÓN SISTEMÁTICA SOBRE NEUROEDUCACIÓN: TEMAS EMERGENTES Y APLICACIONES EN LA PRÁCTICA EDUCATIVA

RESUMEN: Este artículo tuvo como objetivo mapear los avances teóricos y prácticos en el campo de la neuroeducación mediante una revisión sistemática de la literatura, con el fin de identificar lagunas, orientar futuras investigaciones y apoyar la aplicación de estrategias neurocientíficas en la práctica escolar cotidiana. La revisión se realizó conforme al protocolo PRISMA. Se analizaron 130 artículos indexados en la base de datos Scopus, utilizando VOSviewer y NVivo para el análisis bibliométrico y cualitativo. Los resultados revelan cuatro áreas principales: la aplicación práctica de la neurociencia en la educación, los métodos de aprendizaje activo, la formación docente y los estudios sobre la memoria. La revisión identificó desafíos como la persistencia de neuromitos, la escasa inclusión de contenidos neurocientíficos en la formación inicial docente y la necesidad de mayor rigor metodológico en estudios longitudinales. También se destaca el potencial transformador de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, siempre que se utilicen de forma ética y pedagógica. Se concluye que la neuroeducación es un campo interdisciplinario en expansión, con contribuciones relevantes para mejorar las prácticas pedagógicas, pero que aún enfrenta barreras para su implementación práctica y para la promoción de políticas educativas inclusivas y basadas en evidencias.

Palabras clave: Neuroeducación, Formación docente, Aprendizaje activo, Neuroplasticidad, Inteligencia artificial

INTRODUÇÃO

A relação entre educação e neurociência tem atraído crescente atenção devido ao potencial de aprimorar as práticas pedagógicas por meio de uma compreensão mais profunda dos processos cerebrais que sustentam a aprendizagem (Ansari & Coch, 2006; Fischer *et al*., 2010; Royal Society, 2011). Ensinar sem compreender como o cérebro aprende é como construir sem conhecer o terreno. A aprendizagem não se limita à absorção de conhecimento; ela provoca mudanças no cérebro que se refletem em pensamentos, sentimentos e comportamentos (Fischer *et al*., 2010; Hoferichter, 2024). Além disso, o cérebro se comunica com o corpo e interage continuamente com o ambiente (Procópio *et al*., 2024).

Fischer *et al*. (2009) definem a neurociência como um campo interdisciplinar que investiga os processos biológicos que moldam o aprendizado e o desenvolvimento cognitivo, conectando práticas educacionais a *insights* científicos. Inicialmente voltada para contextos clínicos, a neurociência expandiu-se para estudar como o cérebro processa informações, forma memórias e responde a estímulos em ambientes educacionais (Jones & Underwood, 2017).

Dessa forma deu origem às neurociências cognitivas, afetivas e sociais, que oferecem uma abordagem abrangente para entender como fatores biológicos, emocionais e contextuais influenciam o aprendizado (Ansari & Coch, 2006; Basso & Cottini, 2023). Esse panorama culmina na neuroeducação, definida como um campo emergente que integra ciência do cérebro, cognição e pedagogia, criando estratégias baseadas em evidências para potencializar a aprendizagem (Fischer *et al*., 2010; Peregrina Nievas & Gallardo-Montes, 2023).

Grospietsch e Lins (2021) explicam que o conceito de aprendizagem baseada no cérebro surgiu nos anos 1970 e continua atraindo o interesse de educadores e alunos até hoje. A aprendizagem acontece quando o cérebro cria novas conexões, um processo chamado neuroplasticidade. Isso ocorre ao longo da vida e depende da atenção para ativar a consciência, permitindo aprender e memorizar com eficácia (Amaral & Guerra, 2020; Cosenza & Guerra, 2011; Grossi *et al*; 2019). No ensino, manter o foco é fundamental para que a aprendizagem ocorra (Procópio *et al*., 2024).

Apesar de seu potencial, a neuroeducação apresenta desafios relacionados à distância entre os avanços científicos e sua aplicação prática, especialmente na formação de professores, como identificado nas pesquisas de Grossi, Lopes e Couto (2014), Grossi, Oliveira e Aguiar (2019) e Grossi, Oliveira e Fonseca (2024). Esses estudos apontam que a ausência de conteúdos relacionados à neurociência nos cursos de formação docente limita a capacidade dos educadores de utilizar estratégias baseadas em cognição e neuroplasticidade. Contudo, essa lacuna não se restringe à inclusão de

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

conteúdos neurocientíficos nos currículos, pois envolve também as formas de apropriação crítica desses conhecimentos pelos professores.

A neuroeducação não deve ser compreendida como repertório técnico a ser transferido diretamente para a sala de aula, uma vez que o trabalho docente mobiliza saberes disciplinares, curriculares, pedagógicos e experienciais, construídos nas trajetórias formativas e nas práticas escolares (Tardif, 2014). No contexto brasileiro, essa discussão ganha relevância diante de fragilidades históricas da formação inicial, marcadas pela fragmentação curricular e pela insuficiente articulação entre formação específica, formação pedagógica e prática profissional (Gatti, 2010).

De igual modo, fatores como sono, nutrição e exercícios físicos também são fundamentais para promover um aprendizado mais integrado (Amaral & Guerra, 2020; Basso & Cottini, 2023). Huangal-Scheineder et al. (2024) destacam que a neuroplasticidade permite ao cérebro se adaptar e criar novas conexões neurais, processo influenciado por fatores genéticos e ambientais. Assim, discutir neuroeducação implica problematizar tanto os fundamentos biológicos da aprendizagem quanto as condições formativas necessárias para que evidências neurocientíficas sejam apropriadas de modo crítico, contextualizado e pedagogicamente significativo.

A neuroeducação é frequentemente vista como uma ponte entre o conhecimento científico e a prática educacional, oferecendo um método criterioso e estruturado para orientar a comunidade científica e educacional (Torrijos-Muelas et al., 2021). Contudo, a complexidade do campo exige um mapeamento cuidadoso (Ravet & Williams, 2017). Feiler e Stabio (2018) sinalizaram que, frequentemente, descobertas da neuroeducação são negligenciadas por tomadores de decisão e partes interessadas, o que dificulta a implementação de mudanças efetivas em sala de aula. Os autores exemplificam que o uso de dispositivos digitais em sala de aula não garante melhorias na aprendizagem e pode prejudicar a neuroplasticidade e o desempenho dos alunos se não for aplicado com intencionalidade pedagógica.

Pesquisadores alertam sobre a importância de conscientizar o corpo docente e futuros educadores sobre neuroeducação, promovendo um discurso bem fundamentado durante a formação inicial e o desenvolvimento profissional (Shvarts-Serebro *et al.*, 2024). Para, Huangal-Scheineder *et al.* (2024) o sistema educacional busca constantemente aprimorar o processo de ensino e aprendizagem com metodologias que garantam a aquisição e a retenção de conhecimento.

Assim, este artigo busca responder à seguinte questão:
Quais são os principais temas, contribuições e desafios presentes na literatura recente sobre neuroeducação, considerando os avanços teóricos, práticos e analíticos evidenciados nas produções científicas da área?

Para isso, tem como objetivo mapear os avanços teóricos e práticos da neuroeducação por meio de uma revisão sistemática da literatura, com vistas a identificar lacunas, orientar futuras investigações e apoiar a aplicação de estratégias neurocientíficas no cotidiano escolar.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neurociência

A neurociência é um campo interdisciplinar que investiga os processos biológicos que sustentam o funcionamento do cérebro e do sistema nervoso, com foco no aprendizado e no desenvolvimento cognitivo (Fischer *et al.*, 2009). Inicialmente aplicada em contextos clínicos, a neurociência expandiu-se para estudar como o cérebro processa informações, forma memórias e responde a estímulos em ambientes educacionais (Jones & Underwood, 2017; Hoferichter & Raufelder, 2024).

Desde a década de 1960, a neurociência tem colaborado com a educação, propondo abordagens neuropsicológicas para tratar distúrbios de aprendizagem (Gades, 1968). A conexão entre funções cerebrais e aprendizagem, no entanto, é historicamente reconhecida desde antes desse período. A conexão entre funções cerebrais e aprendizagem é historicamente reconhecida Gades, 1968), mas Grospietsch e Lins (2021) indicam que a expressão "aprendizagem baseada no cérebro" se consolidou nos anos 1970 com o fortalecimento da neurociência como campo aplicado à educação. Nos anos 1980, surgiu a ideia de aplicar o conhecimento sobre o cérebro ao ensino por meio dos neuroeducadores (Glendening, 1985). Embora avanços na compreensão de processos como leitura e

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

matemática sejam significativos, essa parceria ainda não atingiu todo o seu potencial (Devonshire & Dommett, 2010).

A neurociência, juntamente com as neurociências cognitivas, afetivas e sociais, oferece uma abordagem multidimensional para compreender as interações entre o cérebro, o corpo e o ambiente. Essas disciplinas aprofundam a ligação entre o funcionamento cerebral e os processos educacionais, ajudando a entender como fatores biológicos e contextuais afetam a aprendizagem (Ansari & Coch, 2006; Basso & Cottini, 2023).

Apesar do interesse comum entre educadores e neurocientistas, a dificuldade reside nos diferentes objetivos das áreas: enquanto a neurociência investiga o funcionamento cerebral, a educação busca aplicações práticas. Ainda assim, a neurociência oferece contribuições valiosas para aprimorar a aprendizagem e as práticas pedagógicas (Devonshire & Dommett, 2010), porém as escolhas pedagógicas são realizadas pelos docentes (Amaral & Guerra, 2020).

Ao examinar mecanismos como atenção, memória e emoção, a neurociência fornece uma base científica para entender os desafios e potencialidades do processo aprendizado humano (Fischer *et al*., 2009; Wilcox *et al*., 2021; Royal Society, 2011). Fatores como ambiente, idade, motivação e emoções influenciam diretamente esse processo de aprendizado (Hoferichte, 2024). Ademais, a plasticidade cerebral permite que educadores adotem estratégias para promover novas conexões neurais e otimizar o ensino, resultando em melhores resultados acadêmicos (Ansari & Coch, 2006; Fischer *et al*., 2009; Huangal-Scheineder *et al*., 2024).

O papel da neurociência na compreensão das mudanças cerebrais associadas ao desenvolvimento e à aprendizagem tem se tornado mais evidente na literatura, inclusive na identificação de circuitos relacionados a habilidades como leitura, aritmética e memória de trabalho — aspecto que favorece a colaboração entre neurocientistas e educadores (Matejko & Ansari, 2021; Wilcox *et al*., 2021; Sokolowski *et al*., 2017). Com o avanço das tecnologias de neuroimagem, como a ressonância magnética (MRI e fMRI), houve um progresso significativo na compreensão das funções cerebrais, apesar de interpretações erradas que geraram os chamados "neuromitos" (Tual *et al*., 2021).

A neurociência revela que a aprendizagem iniciada nos primeiros anos de vida e intensificada no ambiente escolar depende da interação entre desenvolvimento cerebral, estrutura psicológica, ambiente de aprendizagem, funções cognitivas, emoções e motivações (Cosenza e Guerra, 2011; Grossi *et al*., 2019; Chang *et al*., 2021; Hoferichter & Raufelder, 2024). Esses elementos influenciam diretamente a aquisição do conhecimento ao longo da vida (Gkintoni *et al*., 2023). Acrescenta-se que, considerar os processos cognitivos e emocionais dos alunos possibilita personalizar o ensino e aumentar a eficácia no alcance dos objetivos educacionais (Basso & Cottini, 2023; Huangal-Scheineder *et al*., 2024).

Neurociência e Educação: O Papel das Estruturas e Funções Cerebrais no Aprendizado

O cérebro humano é o centro das funções cognitivas que sustentam o aprendizado, como memória, atenção, planejamento e autorregulação. Essas funções executivas são mediadas pelo córtex pré-frontal, responsável por regular o comportamento e facilitar a tomada de decisões (Grossi *et al*., 2022). Ademais, a atuação coordenada de diferentes áreas cerebrais, como o hipocampo, o córtex temporal e a amígdala, desempenha um papel essencial na integração de informações e na adaptação ao ambiente escolar (Fischer *et al*., 2010; Grossi *et al*., 2019; Hoferichter & Raufelder, 2024).

No entendimento de Cosenza & Guerra (2011) a aprendizagem envolve a criação e o fortalecimento ou a perda de conexões neurais por meio da prática e da experiência. Dessa maneira, segundo os autores, cada cérebro é único, moldado por uma combinação de estrutura genética e experiências de vida, o que influencia a forma como novos conhecimentos são adquiridos. Para que um novo conhecimento seja assimilado, ele deve se conectar às redes neurais existentes, que precisam ser previamente ativadas, conforme sugere a teoria da carga cognitiva (Gkintoni *et al*., 2023). A criação da rede neural demanda tempo e recursos, e por esse motivo é interessante que a aprendizagem seja espaçada e o ensino planejado. O fortalecimento dessas redes exige ativação repetida através de práticas constantes (Shvarts-Serebro *et al*., 2024).

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

Grossi *et al.* (2019) destacam que o aprendizado depende da interação entre diversas áreas cerebrais. O hipocampo processa memórias de longo prazo e aprendizado espacial (Lombroso, 2004; Godsil *et al.,* 2012), enquanto o córtex pré-frontal regula funções executivas, como planejamento e tomada de decisões (Fischer, 2009; Tokuhama-Espinosa, 2011). A amígdala modula respostas emocionais (Godsil *et al*., 2012), integrando-as ao aprendizado. Ainda de acordo com esses autores, outras regiões também desempenham funções específicas: o córtex parietal integra informações sensoriais e apoia o raciocínio matemático (Dehaene *et al*., 2003; Sokolowski *et al*., 2017); o córtex occipital processa estímulos visuais (Grill-Spector & Malach, 2004); e o córtex temporal é responsável pelo processamento auditivo, reconhecimento da linguagem e memória (Goswami, 2008; Hickok & Poeppel, 2007). Essa interdependência entre as regiões é fundamental para o processo de aprendizagem (Mesulam, 1998).

A memória de trabalho, por exemplo, é um aspecto relevante para atividades como leitura, escrita e resolução de problemas matemáticos (Ansari *et al*.,2010). Deficiências nessa capacidade podem prejudicar o desempenho acadêmico, tornando imprescindíveis estratégias pedagógicas que reforcem a retenção de informações (Grossi *et al*., 2022). Compreender os mecanismos cerebrais relacionados à aprendizagem e memória é essencial para otimizar estratégias educacionais e melhorar o desempenho acadêmico (Huangal-Scheineder *et al*., 2024).

Intervenções como *mindfulness* e treinamento de atenção seletiva têm mostrado eficácia no aumento do engajamento e da autorregulação dos alunos (Zadina, 2015). A conscientização de docentes sobre os processos neurais que ocorrem no cérebro durante o processo de aprendizagem é uma possibilidade para que eles planejem o ensino de maneira que a flexibilidade do cérebro seja ativada (Shvarts-Serebro *et al*., 2024).

A compreensão das relações entre a função cerebral e a aprendizagem pode orientar a criação de currículos e métodos de ensino mais eficazes (Ravet & Williams, 2017). A integração de conhecimentos neurocientíficos às práticas pedagógicas favorece o desenvolvimento de habilidades cognitivas e emocionais, além de ambientes escolares mais inclusivos e efetivos (Grossi *et al*., 2019). Contudo, a falta de conteúdos sobre neurociência na formação docente ainda é um desafio a aplicação desses saberes no cotidiano escolar (Grossi *et al.,* 2014; Grossi *et al*, 2019; e Grossi *et al.* 2024).

Neuroeducação

A neuroeducação combina descobertas neurocientíficas, cognição e pedagogia para fundamentar práticas educacionais baseadas em evidências (Fischer *et al.,* 2010; Peregrina Nievas & Gallardo-Montes, 2023; Feiler & Stabio, 2018; Huangal-Scheineder *et al*., 2024). Essa abordagem interdisciplinar propõe desenvolver estratégias como a fragmentação de conteúdos e a codificação dupla, que potencializam a retenção e a consolidação do aprendizado (Fischer *et al*., 2010; Peregrina Nievas & Gallardo-Montes, 2023). Estudos apontam que tais estratégias reduzem o estresse, melhoram o desempenho acadêmico e promovem um ambiente de aprendizado mais inclusivo e eficaz (Huangal-Scheineder *et al*., 2024).

Importante destacar que, fatores biológicos como sono, nutrição e exercícios físicos, frequentemente negligenciados em contextos educacionais, desempenham um papel essencial na promoção de um aprendizado mais integrado e holístico (Grossi *et al*., 2019; Basso e Cottini, 2023). Para Huangal-Scheineder *et al.* (2024), os professores devem adaptar suas metodologias de ensino às características individuais dos alunos, levando em conta motivação, habilidades e conhecimentos prévios.

Feiler e Stabio (2018) identificam três temas fundamentais na neurociência educacional: a aplicação prática em sala de aula, a colaboração interdisciplinar entre educadores e neurocientistas, e a necessidade de tornar a informação neurocientífica mais acessível.

Para consolidar a aplicação prática dos conhecimentos da neuroeducação, Grossi *et al.* (2019) destacam a importância de colaborações interdisciplinares e adaptações curriculares, enfatizando a inclusão de temas como cognição e neuroplasticidade. Estudos (Royal Society, 2011; Grossi *et al*., 2019; Huangal-Scheineder *et al*., 2024) indicam que o cérebro possui a capacidade de criar novos

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

caminhos neuronais, um processo influenciado tanto por fatores genéticos quanto pelo ambiente de aprendizagem.

Hernández Cueva *et al.* (2023) apontam que considerar os processos cognitivos no ensino permite personalizar o aprendizado, promovendo o alcance de objetivos educacionais mais eficazes. Essa perspectiva é reforçada por Huangal-Scheineder *et al.* (2024), em sua revisão sistemática de literatura com foco no ensino superior, que ressaltam o papel transformador da neuroeducação na adaptação de práticas pedagógicas às necessidades individuais dos alunos. A sala de aula invertida, neste contexto, aumenta a participação e o interesse dos alunos.

Feiler e Stabio (2018) destacam que a colaboração entre educadores e neurocientistas é essencial para formular questões educacionais relevantes e garantir que os estudos de neurociência sejam aplicados adequadamente na educação. Os autores salientam também que, traduzir a linguagem técnica e os métodos complexos da neurociência em informações acessíveis é indispensável para que educadores compreendam e apliquem esses conhecimentos em suas práticas.

Embora represente uma oportunidade para transformar o ensino, a neuroeducação ainda enfrenta desafios significativos, como a lacuna entre teoria e prática e a formação insuficiente de educadores (Grossi; Lopes & Couto, 2014, Grossi; Oliveira & Aguiar, 2019, Grossi; Oliveira & Fonseca, 2024, Peregrina Nievas & Gallardo-Montes, 2023). Essa lacuna não se limita à ausência de conteúdos neurocientíficos na formação docente, pois envolve também sua articulação com os saberes disciplinares, curriculares, pedagógicos e experienciais mobilizados pelos professores no exercício profissional (Tardif, 2014).

No contexto brasileiro, essa questão se torna mais sensível diante da fragmentação curricular e da insuficiente articulação entre formação específica, formação pedagógica e prática de ensino nas licenciaturas (Gatti, 2010, 2014). Nessa direção, a formação docente demanda maior aproximação entre universidade, profissão docente e escolas, de modo a favorecer a integração entre conhecimento acadêmico, prática profissional e contexto escolar (Nóvoa, 2019).

Na interface com a inclusão escolar, essa formação precisa evitar que o conhecimento neurocientífico seja traduzido em novos modos de classificar, diagnosticar ou limitar as diferenças escolares. Nessa direção, Mantoan (2003) argumenta que a ação pedagógica não deve se restringir à adaptação individual do estudante, mas estruturar-se a partir da reorganização da escola e de suas práticas cotidianas.

Desse modo, essa articulação entre neuroeducação e inclusão escolar requer que tais achados científicos sejam mediados pelas condições concretas da escolarização, uma vez que o processo inclusivo não se sustenta na mera adoção de novos discursos, tampouco na transposição de lógicas clínicas para o campo pedagógico, mas na articulação entre conhecimento empírico, prática, colaboração docente e apoio institucional (Mendes, 2006; Mendes, Almeida & Toyoda, 2011; Haas & Baptista, 2025).

Frequentemente, descobertas da neuroeducação são negligenciadas por tomadores de decisão e partes interessadas, dificultando mudanças efetivas em sala de aula. Além disso, há escassez de pesquisas sobre como os estudantes percebem o impacto da neurociência em seu aprendizado (Feiler & Stabio, 2018). Ainda assim, a integração entre evidências científicas, formação docente e mediação pedagógica é apontada como caminho promissor para fortalecer a qualidade do ensino. Huangal-Scheineder et al. (2024) observam, contudo, que a implementação da neuroeducação permanece limitada pela formação insuficiente de professores na área e pela prevalência de neuromitos, especialmente em países latino-americanos.

De acordo com Feiler e Stabio (2018), temas como leitura, linguagem, matemática, memória, e os efeitos da emoção, estresse e sono sobre a plasticidade cerebral são recorrentes na literatura e podem ter aplicação direta na prática pedagógica. Enfatizam que estudos sobre sono, ritmos circadianos e o desenvolvimento cerebral influenciaram políticas educacionais, como mudanças nos horários de início das aulas. Nessa perspectiva, Shvarts-Serebro *et al.* (2024) destacam que ajustar o horário escolar dos adolescentes melhora o desempenho acadêmico e a saúde mental devido às alterações no relógio biológico durante a adolescência.

Neuromitos

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

Segundo Peregrina Nievas e Gallardo-Montes (2023), os neuromitos são concepções equivocadas sobre o funcionamento cerebral, muitas vezes oriundas de interpretações simplificadas ou distorcidas de pesquisas científicas. Exemplos comuns incluem a crença de que usamos apenas 10% do cérebro, que os hemisférios direito e esquerdo funcionam de forma independente ou que o aprendizado é mais eficaz quando adaptado a estilos de aprendizagem preferidos: visual, auditivo ou cinestésico. Embora amplamente difundidas, essas ideias foram refutadas por estudos neurocientíficos, conforme destacam as autoras.

Para Grospietsch e Lins (2021), a presença de neuromitos em sala de aula desperdiça recursos financeiros, tempo e esforço do sistema educacional, além de prejudicar estratégias pedagógicas baseadas em evidências. Grossi *et al.* (2019) destacam que a ausência de formação fundamentada em neurociência contribui para a perpetuação desses equívocos, comprometendo práticas e a efetividade do ensino. Nesse contexto, a alfabetização neurocientífica entre professores e a inclusão de conteúdos específicos nos currículos de formação docente são fundamentais para desmistificar neuromitos e alinhar o ensino às evidências científicas.

Os neuromitos afetam tanto estudantes quanto professores em serviço, independentemente do nível de experiência ou reconhecimento profissional, mostrando a urgência de combatê-los (Torrijos-Muelas *et al.*, 2021). Os meios de comunicação e redes sociais frequentemente distorcem ou interpretam incorretamente descobertas científicas, ampliando a disseminação de neuromitos. Métodos educacionais e produtos comerciais, por exemplo, como o efeito *Mozart* e o *Brain-Gym*, exploram neuromitos para promover seus benefícios, impulsionando sua propagação (Tual *et al.*, 2023).

Sob esse aspecto, a colaboração entre neurocientistas e educadores tem sido apontada como uma estratégia promissora para conectar ciência e prática educacional, fortalecendo a qualidade do ensino e enfrentando concepções errôneas (Basso & Cottini, 2023; Peregrina Nievas & Gallardo-Montes, 2023).

Grospietsch e Lins (2021) enfatizam a importância de pesquisas futuras que esclareçam os neuromitos de forma teórica e empírica, já que professores costumam obter informações de fontes não científicas, como TV e revistas populares, e destacam também a necessidade de produzir materiais educativos eficazes e acessíveis para combater neuromitos e fornecer alternativas baseadas em neurociência educacional e neuroeducação.

METODOLOGIA

Esta pesquisa, de abordagem qualitativa e natureza básica, foi realizada em 2024. Quanto aos objetivos, caracteriza-se como uma investigação exploratória. Nos procedimentos técnicos, optou-se por uma revisão sistemática da literatura (RSL), conduzida com base em critérios explícitos de busca, seleção e avaliação de documentos e questões preestabelecidas (Galvão *et al.*,2018). A RSL seguiu o protocolo PRISMA 2020, com sua lista de verificação e diagrama de fluxo, estruturando o processo desde a identificação até a inclusão dos estudos, assegurando o registro de elementos essenciais (Page *et al.*, 2021, Marcondes & Silva, 2022). Prezou-se pela transparência e rigor na seleção reduzindo vieses e promovendo uma síntese criteriosa dos resultados. O fluxograma de seleção de estudos (Figura 1) foi elaborado com base no modelo PRISMA 2020, utilizando o aplicativo interativo de Haddaway *et al.* (2022).

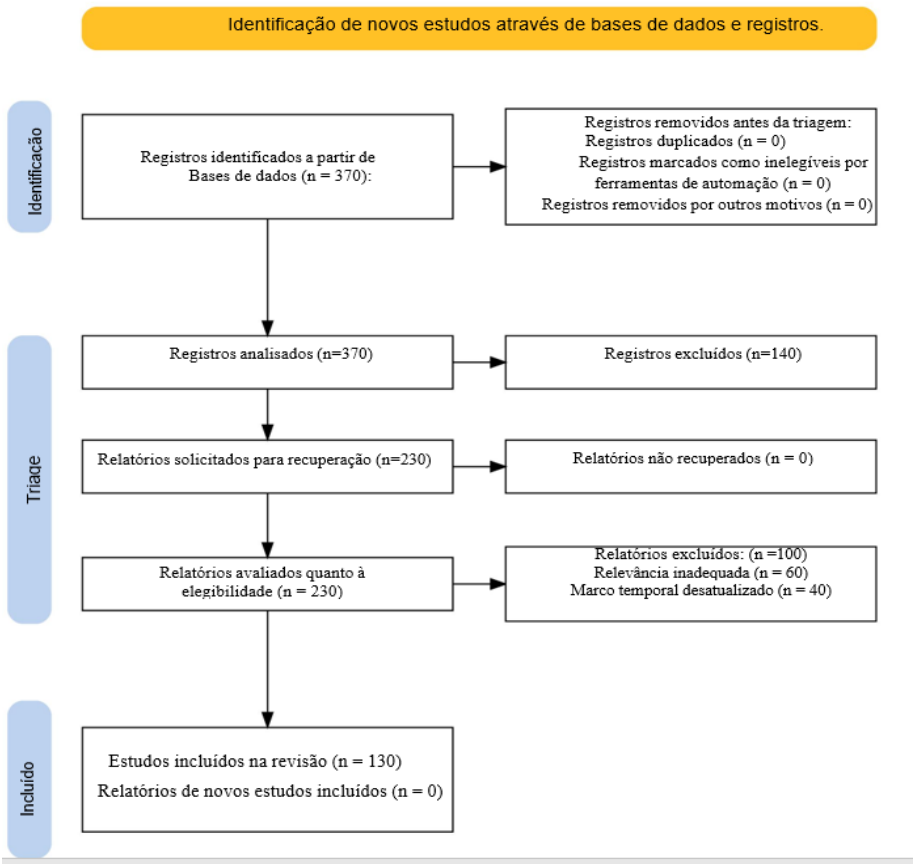
Optou-se pela utilização da base de dados Scopus devido à sua abrangência multidisciplinar e à ampla cobertura de periódicos científicos de alto impacto, o que a torna uma ferramenta valiosa para revisões sistemáticas (Crossan & Apydin, 2010; Aria & Cuccurullo, 2017, Scaringella & Radziwon,2018). A estratégia de busca envolveu a combinação das palavras-chave "*neuroscience*" ou "*neuroeducation*" com "*learning*" ou "*cognition*" e "*education*", utilizando operadores *booleanos* para refinar os resultados. Essa abordagem resultou na identificação de 370 artigos na base Scopus na primeira etapa.

Na segunda etapa, foi realizada a análise minuciosa de títulos, resumos e palavras chave dos 370 artigos para compreensão da amostra. Com base nos resumos, os artigos foram classificados em categorias considerando contribuições práticas e teóricas dentro dos temas de neuroeducação, neurociência, formação docente e ensino aprendizagem. As categorias de classificação foram: I – Alta relevância (Aplicabilidade direta à neuroeducação e formação docente), II – Média Relevância

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

(Contribuições teóricas significativas relacionadas à aprendizagem, neurociência ou educação), III – Baixa Relevância (foco em áreas específicas fora da neuroeducação e formação docente).

Figura 1 – Fluxograma do processo de seleção de estudos conforme o protocolo PRISMA 2020.



Fonte: Fluxograma organizado pelos autores (2025) na solução fornecida por Haddaway *et al.* (2022).

Na terceira etapa foram defindos critérios de inclusão e exclusão para garantir a relevância dos estudos selecionados. Os critérios de inclusão abrangeram estudos sobre neurociência, neuroeducação, formação docente, ensino e aprendizagem em contextos educacionais, incluindo educação infantil, básica e superior. Foram excluídos estudos sem relação direta com ensino ou neurociência educacional, pesquisas fora do escopo, como neuromarketing, e trabalhos voltados exclusivamente à educação médica ou à formação profissional em saúde, sem aplicação mais ampla, além de discussões teóricas sem aplicação prática. Dessa forma, 140 artigos foram excluídos.

Na quarta etapa foram selecionados apenas os artigos classificados em média e alta relevância focando nos últimos cinco anos (2020-2024) afim de captar tendências dos emergentes nesse campo de pesquisa. A partir dos filtros estabelecidos na etapa anterior, os 100 artigos restantes foram excluídos na quinta etapa.

Com o marco temporal definido, na sexta etapa foram selecionados 130 artigos para a primeira rodada de análise bibliométrica no *Software VOSviewer*, que permite mapear e compreender o campo de pesquisa. A análise baseou-se na coocorrência de termos extraídos de títulos e resumos, possibilitando a identificação de palavras recorrentes, agrupamentos temáticos (*clusters*) e padrões de conexão entre conceitos chave. Reconhecido por sua capacidade de mapear redes de citações, coautorias e coocorrências em bases acadêmicas, o *software* facilita a visualização gráfica das relações entre dados, permitindo identificar *clusters* e padrões relevantes na literatura (Van Eck & Waltman, 2010; Radtke *et al.*, 2022).

Os achados dessa primeira rodada subsidiaram a etapa seguinte, orientando a seleção de estudos com maior densidade teórica e relevância aplicada. Na sétima etapa, foi realizada nova análise com o *VOSviewer*, focada nos 17 artigos previamente classificados como de alta relevância prática e teórica. A seleção considerou critérios como frequência de citação, centralidade nos mapas gerados e clareza na articulação entre fundamentos teóricos e contribuições à prática educacional. Essa etapa

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

concentrou-se na coocorrência das palavras-chave informadas pelos autores e na análise das redes de cocitação, permitindo mapear os principais tópicos emergentes e as conexões teóricas entre os autores mais influentes da área.

Em seguida, os mesmos 17 artigos foram submetidos à análise de conteúdo com apoio do software *NVivo*, visando contribuir para a resposta à questão de pesquisa. O *NVivo* facilita a organização e interpretação de dados qualitativos, permitindo identificar, selecionar e conectar informações de forma sistemática. Compatível com abordagens metodológicas, como a Hermenêutico-Fenomenológica Complexa, o software potencializa a análise quando há sólido domínio teórico do pesquisador (Sá, 2023). A triangulação entre os dados da análise bibliométrica e a abordagem qualitativa de Bardin (2016) aprofundou a compreensão do campo, favorecendo o cruzamento entre estrutura temática e conteúdo dos estudos analisados.

APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A análise dos estudos reservados na sexta etapa permitiu a identificação de padrões de coocorrência de termos, acoplamento bibliométrico, análise de palavras-chave e títulos recorrentes nos 130 estudos para identificação de *clusters*, e outras métricas relevantes, facilitando a compreensão das tendências e lacunas na literatura (Radtke *et al.*, 2022) sobre neurociência aplicada à educação.

Análise bibliométrica do campo de estudo em Neuroeducação

Utilizando o *software VOSviewer*, realizou-se inicialmente uma análise bibliométrica de 130 artigos, considerando ocorrência de palavras recorrentes nos títulos e resumos (tabela 1) analisados e reservados na sexta etapa do fluxograma aplicado na etapa metodológica.

Tabela 1 – Síntese dos termos de maior ocorrência nos títulos e resumos analisados

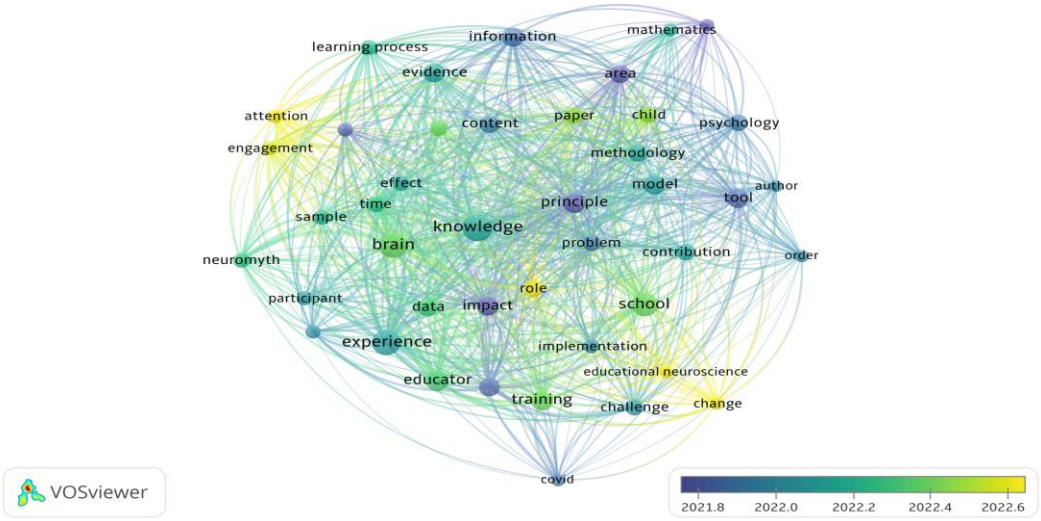
Cluster 1 (roxo/azul)		**Cluster 2 (verde)**		**Cluster 3 (amarelo)**	
term	**termo**	**term**	**termo**	**term**	**termo**
neuromyth	neuromito	mathematics	matemática	covid	covid
teaching practice	prática de ensino	tool	ferramenta	change	mudança
higher education	ensino superior	implementation	implementação	order	ordem
evidence	evidência	methodology	metodologia	challenge	desafio
time	tempo	problem	problema	training	treinamento
sample	amostra	child	criança	educational neuroscience	neurociência educacional
participant	participante	need	necessidade	model	modelo
learning process	processo de aprendizagem	area	área	way	caminho
importance	importância	area	área		
importance	importância	school	escola		
attention	atenção	activity	atividade		
information	informação	psychology	psicologia		
brain	cérebro	Use	uso		
educator	educador	impact	impacto		
knowledge	conhecimento				
practice	prática				
data	dados				
role	papel				
principle	princípio				
paper	artigo				

Fonte: Tabela elaborada pelos autores (2025) com informações identificadas na Figura 2.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

A Figura 2 apresenta o Mapa traçado com base em dados – palavras chave - Coocorrência de termos gerados no *VOSviewer*. Esta representação do mapa de palavras-chave demonstra uma trajetória clara na pesquisa em neurociência educacional nos últimos cinco anos.

Figura 2 - Mapa com base em dados - Coocorrência de termos gerados no *VOSviewer*



Fonte: Elaborada pelos autores (2025) no *VOSviewer*.

A análise do mapa com base em dados de texto, coocorrência de termos, gerado no *VOSviewer* a partir dos títulos e resumos selecionados da base Scopus dos **últimos cinco anos revela** como os temas em neurociência e educação têm evoluído ao longo do tempo. As palavras-chave estão agrupadas em três *clusters* principais, representando diferentes áreas de pesquisa e suas inter-relações. A esse respeito, a visualização por cores ajuda a entender em que período esses termos foram mais discutidos.

No ***Cluster 1*, representado por tons de roxo e azul, concentram-se conceitos fundamentais e metodológicos** como *information*, *practice*, *principle*, *order*, *tool*, *model*, e *psychology*. Este cluster reflete os princípios e modelos teóricos estabelecidos nos primeiros anos do período analisado. Os estudos desse grupo focam no desenvolvimento de bases sólidas para a aplicação da neurociência na educação, fornecendo a estrutura necessária para práticas futuras.

Lamrani & Abdelwahed (2020) exploraram, por exemplo, a aplicação da neurociência e gamificação no ensino infantil, sugerindo que jogos baseados na metodologia Montessori e nos pilares da aprendizagem (atenção, engajamento ativo, feedback e consolidação) melhoram habilidades acadêmicas e sociais. Demonstraram que jogos sérios podem integrar princípios neurocientíficos para motivar e engajar crianças, oferecendo uma base sólida para métodos baseados em neurociências. Nascimento *et al.* (2022) apontaram que a neuroeducação, aliada à tecnologia, torna as aulas mais dinâmicas e inclusivas, promovendo metodologias inovadoras personalização da aprendizagem. Já a pesquisa de Chang *et al.* 2021) validou a importância de integrar princípios neurocientíficos na prática docente: professores que participaram de treinamentos baseados em conceitos neurocientíficos mudaram suas abordagens pedagógicas, aumentando o foco nas necessidades emocionais e fisiológicas dos alunos.

O ***Cluster* 2, identificado em tons de verde, concentra-se na implementação e nas aplicações práticas de neurociência educacional**. Termos como *brain*, *learning process*, *implementation*, *school*, *child*, *methodology*, *activity*, e *impact* evidenciam a preocupação com a aplicação em contextos escolares e voltados para crianças. As publicações intermediárias (2022.0 a 2022.2) indicam uma transição das teorias para a prática, com foco em avaliar metodologias e estratégias em situações reais.

Nesse sentido, Fragkaki *et al.* (2022) identificaram sete princípios neuropedagógicos, como subitização e linha numérica mental, que suportam o desenvolvimento matemático na primeira infância. Forneceram orientações práticas para educadores aplicarem princípios neurocientíficos na educação

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

infantil. Doukakis e Alexopoulos (2022) contribuíram demonstrando a possibilidade de integrar práticas neurocientíficas no ensino remoto e melhorar a experiência de aprendizagem dos estudantes.

Pesquisas empíricas no mesmo período, como as de Srikoon S. *et al.* (2024) sinalizam a possibilidade de uso de modelos metodológicos específicos, STEMEN (*Science, Technology, Engineering, Mathematics, and Educational Neuroscience*) como alternativa a métodos tradicionais, especialmente na área de Exatas e que contribuem para alfabetização matemática e nas habilidades de estudantes como a resolução de problemas. Outro destaque é o estudo de Smaniotto-Holmes (2024) que reforça o papel de práticas holísticas (mindfulness e yoga) baseadas em neurociência para melhorar o bem-estar e o desempenho educacional. Os resultados apontam um impacto positivo na regulação emocional, na resiliência e na neuroplasticidade.

No ***Cluster* 3**, **em tons de amarelo, aparecem os desafios e mudanças recentes, especialmente relacionados à pandemia de COVID-19**. Termos como *covid*, *change*, *challenge*, *training*, *educational neuroscience*, *teaching practice*, e *higher education* refletem os impactos da pandemia na educação. Esse cluster evidencia a necessidade de adaptação das práticas pedagógicas e a formação de professores no contexto da neurociência educacional. As publicações mais recentes (2022.2 a 2022.4) revelam como a pandemia acelerou mudanças e exigiu respostas rápidas e inovadoras.

Nesse contexto, há um reconhecimento por parte de docentes universitários sobre a importância do treinamento em neuroeducação para melhoria das práticas pedagógicas e engajamento dos alunos por meio de programas de formação que incorporem princípios neurocientíficos (Fragkaki *et al.*, 2022). O uso de ferramentas digitais de neurociências em formação digital para docentes demonstrou bons resultados na preparação destes profissionais para trabalhar com a inclusão educacional em diferentes contextos e perspectivas (García-Valdecasas *et al.* 2022; Frei-Landau *et al.*, 2023).

A análise do *Cluster* 3 oferece reflexões interessantes sobre as tendências emergentes. A pandemia trouxe desafios inéditos, expressos por termos como *covid*, *change*, e *challenge*, que demandaram ajustes rápidos nas metodologias educacionais. Observa-se também uma ênfase crescente na aplicação prática da neurociência, com palavras como *implementation*, *school*, *training*, e *teaching practice*, demonstrando um esforço para levar a teoria à prática em contextos reais. Frei-Landau *et al.* (2023) destacam que a pandemia de COVID-19 intensificou a urgência de adotar ferramentas digitais no ensino, especialmente na formação de professores. Antes da pandemia, a aprendizagem digital já era explorada, mas a crise evidenciou sua importância em tempos desafiadores.

Doukakis e Alexopoulos (2021) corroboram que a COVID-19 forçou a rápida adaptação ao ensino remoto de emergência (ERT), sem planejamento ou princípios pedagógicos claros. Isso resultou no uso de tecnologias pouco familiares e métodos de ensino subótimos, distintos do ensino online tradicional. Doukakis e Alexopoulos (2021) exemplifica que a pandemia resultou na adoção do ERT sem planejamento prévio, com métodos rapidamente adaptados e uso restrito de tecnologias. Isso resultou em práticas distantes do ensino online estruturado e pedagógico.

Sob esse aspecto Bissessar e Youssef (2021) destacam outra perspectiva relevante a ser considerada, pois a pandemia reforçou a necessidade de alfabetização científica para combater a desinformação. A persistência de neuromitos entre educadores, especialmente em países de baixa e média renda, é preocupante. Estudos mostram que 83% dos educadores têm interesse em cursos sobre o cérebro, e 74% afirmam que esse conhecimento influencia sua prática docente.

Além disso, a interdisciplinaridade é uma característica marcante, com termos como *psychology*, *brain*, e *educational neuroscience* sugerindo uma integração contínua entre neurociência, psicologia e educação. Essa combinação indica que futuras pesquisas devem explorar ainda mais essas conexões. O desenvolvimento de metodologias eficazes também é um foco importante, como evidenciado por termos como *methodology*, *tool*, e *model*. Uma lacuna de pesquisa interdisciplinar pode ser exemplificada no apontamento crítico de Smaniotto-Holmes (2024) ao destacar que a pandemia de COVID-19 agravou o estresse, a ansiedade e a depressão em alunos e professores, reduzindo a resiliência geral. O isolamento social e o uso excessivo de tecnologia contribuíram para uma desconexão significativa nas comunidades e entre mente e corpo.

Quanto ao aprofundamento metodológico, a análise demonstra que os primeiros anos da amostra foram dedicados à discussão e/ou formulação de modelos teóricos e princípios básicos (*Cluster*

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

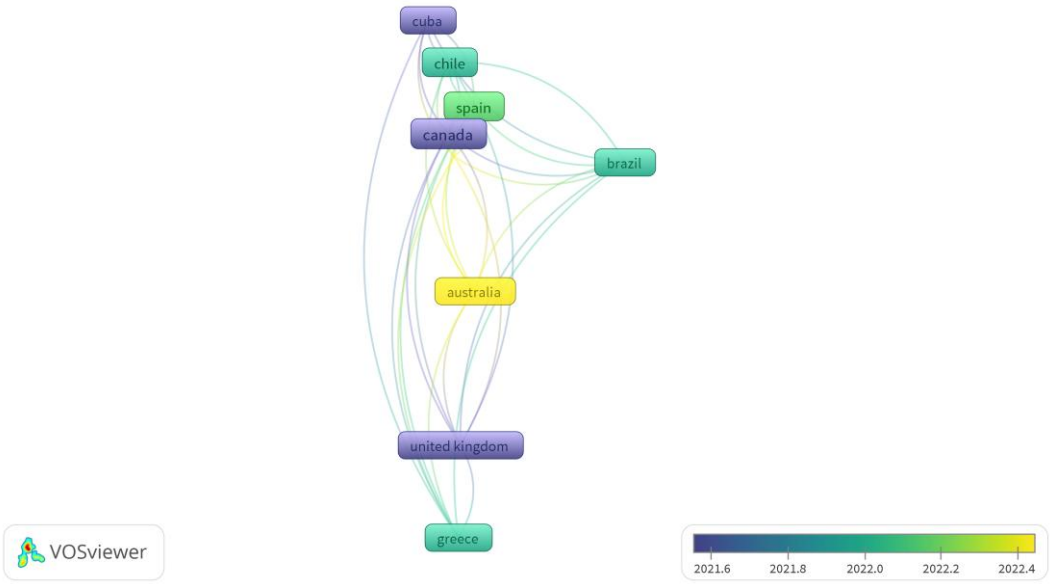
1). Em seguida, houve uma fase de implementação prática e avaliação dessas teorias em contextos educacionais (*Cluster* 2). Por fim, os anos mais recentes destacaram a necessidade de adaptação e inovação diante dos desafios trazidos pela pandemia (*Cluster* 3).

Mapa de Rede baseado no acoplamento bibliográfico gerados no VOSviewer – Colaboração entre países

Os mapas de acoplamento bibliográfico revelam uma dinâmica evolutiva nas contribuições científicas em neuroeducação, evidenciando o papel central de redes globais na construção e disseminação do conhecimento. A figura 3 foi gerada a partir do *software VOSviewer* e agrupa países com base no acoplamento bibliográfico. Isso significa que os países foram organizados de acordo com a quantidade de referências que compartilham em suas pesquisas nos últimos cinco anos baseada nos dados da base Scopus.

O mapa gerado pelo *VOSviewer* (Figura 3) revelou conexões entre os países com base nas referências compartilhadas, conforme Tabela 2. As cores do mapa indicam a temporalidade dos estudos: tons de roxo e azul representam pesquisas mais antigas, de 2021; o verde corresponde a publicações intermediárias de 2022; e o amarelo destaca os estudos mais recentes, também de 2022. As conexões entre os países são representadas por linhas no mapa. Linhas mais espessas indicam colaborações mais frequentes, como a observada entre Estados Unidos e Canadá. Conexões com Brasil, Espanha, Grécia e Austrália são menos recentes, mas ainda indicam uma rede significativa de colaboração científica.

Figura 3 - Mapa de Rede baseado no acomplamento bibliográfico



Fonte: Elaborada pelos autores (2025) no VOSviewer.

A análise temporal revela que as pesquisas nesse período se concentram inicialmente na Europa e em Cuba, expandiram-se para Brasil e Austrália e, posteriormente, foram dominadas por Estados Unidos e Canadá. Isso sugere uma mudança no foco das pesquisas e uma liderança recente desses dois países.

Brasil, Espanha e Austrália possuem conexões intermediárias e podem atuar como pontes para futuras colaborações internacionais. Essa posição também evidencia a necessidade de fortalecer sua participação na integração de conhecimentos teóricos e práticos. Como destacado por Fischer *et al.* (2009), a neuroplasticidade é uma analogia útil para compreender como redes colaborativas globais podem se adaptar e evoluir, contribuindo para avanços significativos no campo.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

Entre 2021 e o início de 2022, países como Reino Unido, Grécia e Cuba publicaram estudos que contribuiram para a base de pesquisas subsequentes. No período intermediário de 2022, Brasil, Chile, Espanha e Austrália ampliam essas discussões, aprofundando os estudos consolidados na literatura, como se observa na Figura 3. Nos últimos meses de 2022, Estados Unidos e Canadá lideraram as publicações, com intensa colaboração entre si. A Tabela 2 apresenta uma síntese das conexões entre países, com base nas referências compartilhadas em suas publicações.

Tabela 2 – Síntese das conexões entre países analisadas a partir da força do *link* entre referências.

País	Quantidade de Documentos	Quantidade de Citações	Força do *link*
Estados Unidos	24	304	574
Canadá	11	95	562
Chile	6	14	218
Espanha	12	27	102
Reino Unido	11	116	100
Cuba	5	7	92
Austrália	9	51	82
Grécia	6	45	71
Brasil	12	42	61

Fonte: Tabela elaborada pelos autores (2025) a partir de dados sintetizados no *VOSviewer* listados na Figura 3.

A Tabela 2 mostra que os Estados Unidos lideram em produção científica, com 24 documentos, 304 citações e força de *link* de 574. O Canadá segue com 11 documentos, 95 citações e força de *link* de 562, e na sequência Chile. Países como Espanha, Reino Unido, Cuba, Austrália, Grécia e Brasil têm produções mais modestas, mas contribuem para a rede global de pesquisa.

Mapa de Coocorrência de palavras chave

A partir do *software VOSviewer*, na sétima etapa, foi criado um mapa de coocorrência de palavras-chave, considerando as palavras chave informadas pelos autores dos 17 artigos selecionados, permitindo identificar os tópicos mais recorrentes nas publicações analisadas. Os resultados destacaram quatro áreas principais organizadas em *clusters* distintos.

A análise dos *clusters* reflete áreas prioritárias da neuroeducação, com destaque para temas como neuromitos, memória, formação docente e práticas pedagógicas. Cada *cluster* oferece sugestões específicos conforme Figura 4. A Tabela 3 apresenta o agrupamento de palavras chave captadas e traduzidas.

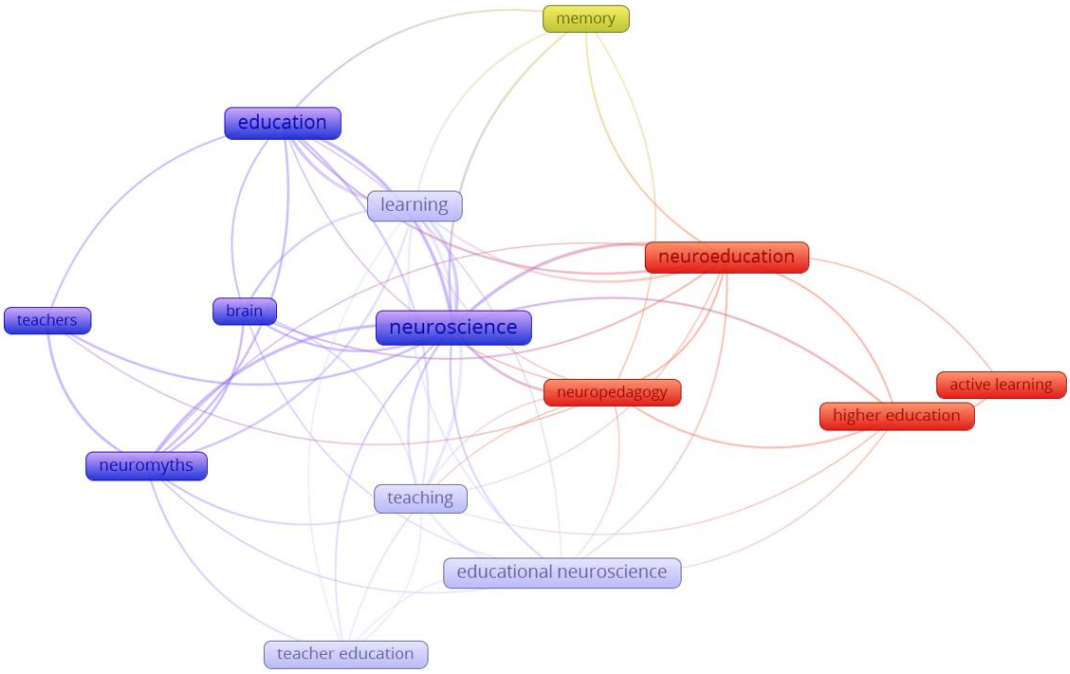
Tabela 3 – Síntese de palavras chave

Cluster 1 (5 items)		Cluster 2 (4 items)		Cluster 3 (9 items)		Cluster 4 (1 item)	
Brain	Cérebro	Active learning	Aprendizagem ativa	Education Neuroscience	Neurociência educacional	Memory	Memória
Education	Educação	Higher Education	Ensino superior	Learning	Aprendizagem		
Neuromyths	Neuromitos	Neuroeducation	Neuroeducação	Teacher education	Formação de professores		
Neorocience	Neurociência	Neuropedagogy	Neuropedagogia	Teaching	Ensino		
teachers	Professores						

Fonte: Elaborada pelos autores (2025) a partir de dados sintetizados no *VOSviewer*.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

Figura 4 - Coocorrência de palavras-chave e *Clusters* Temáticos:



Fonte: Gerada pelos autores (2025) no *software VOSviewer*.

O ***Cluster* 1 (Azul**) aborda temas relacionados à **aplicação de neurociência na educação**, especialmente no contexto de professores e crenças equivocadas sobre o cérebro, conhecidos como neuromitos. As palavras-chave mais frequentes nesse grupo incluem *education*, *teachers*, *brain*, *neuroscience* e *neuromyths*. Observa-se uma tendência de integrar o conhecimento neurocientífico à prática educacional, com foco em desmistificar neuromitos e capacitar professores com informações baseadas em evidências científicas. Ainda assim, existem lacunas relacionadas à aplicação prática dessas descobertas no ensino cotidiano.

Destaca-se que esse grupo reforça a necessidade de desmistificar crenças errôneas sobre o funcionamento cerebral. Como destacado por Grospietsch e Lins (2021), neuromitos não apenas desperdiçam recursos, mas também comprometem práticas pedagógicas. A integração de informações baseadas em evidências é importante para capacitar educadores e melhorar os resultados de aprendizagem.

O ***Cluster* 2 (Verde)** enfatiza a **neuroeducação e os métodos de aprendizagem ativa**, além do campo emergente da neuropedagogia. As palavras-chave associadas são *neuroeducation*, *higher education*, *active learning* e *neuropedagogy*. Este cluster reflete uma tendência crescente de implementar estratégias de ensino que promovam o engajamento dos alunos e a aprendizagem ativa, com um foco específico em contextos de ensino superior e em práticas pedagógicas fundamentadas na neurociência.

Dessa forma, o cluster aborda o potencial de práticas pedagógicas ativas e centradas no aluno, como a neuropedagogia, para aumentar o engajamento e a retenção de conhecimento. Essa é uma área emergente que, segundo Huangal-Scheineder *et al.* (2024), promove maior adaptação às necessidades dos alunos.

O ***Cluster* 3 (Vermelho)** está relacionado à **educação e formação docente**, especialmente no que diz respeito à formação de professores e à aplicação da neurociência educacional. As palavras-chave deste cluster incluem *educational neuroscience*, *learning*, *teacher education* e *teaching*. A tendência aqui é buscar formas de conectar a formação docente com as evidências trazidas pela neurociência, visando aprimorar os processos de ensino e aprendizagem e oferecendo suporte teórico para práticas pedagógicas mais eficazes.

O ***Cluster* 4 (Amarelo)** destaca-se pela palavra-chave *memory* (**memória**)**,** que aparece isolada dos demais grupos. Esse isolamento indica que os estudos focados em memória têm menos conexões com outros temas mapeados, sugerindo que a memória é explorada de forma específica e

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

independente dos demais tópicos de neuroeducação e aprendizagem ativa. Sinaliza também lacunas teóricas e práticas, sugerindo a necessidade de estudos longitudinais que explorem como a memória pode ser integrada a outros aspectos da neuroeducação, como apontado outrora por Grossi *et al.* (2019).

Estudo de Chang *et al.* (2021) integra aspectos de memória à prática pedagógica, destacando que a influência dos conceitos de neurociência (NEUCs) no planejamento aumentou de 51% para 90%, auxiliando professores a redesenha aulas, compreender alunos e explorar novas práticas. A pesquisa de Neves *et al.* (2024) é outro exemplo recente de estudo longitudinal que analisou o impacto de intervenções em neurociência na retenção de conhecimento e na redução de neuromitos. Também investigou a relação entre a memória e o aprendizado, oferecendo *insigthts* sobre como professores aplicam conceitos relacionados em sua prática pedagógica.

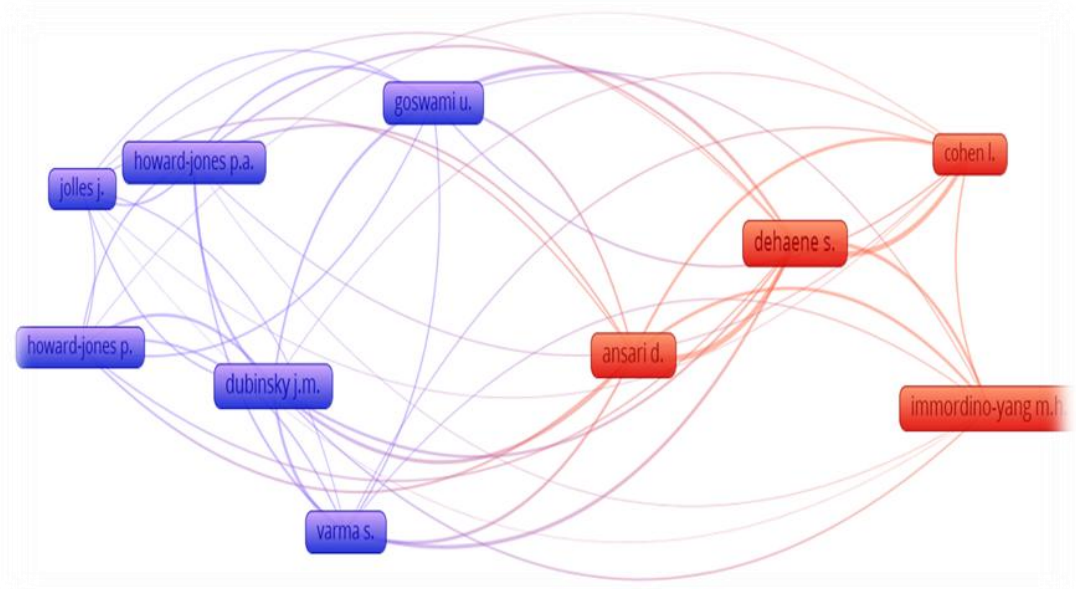
Ainda na figura 4, em termos de observações e interpretações, as conexões entre os termos são representadas por linhas curvas, que indicam a força das relações entre as palavras-chave. Palavras mais próximas e com linhas mais espessas possuem relações conceituais mais fortes, refletindo temas próximos em termos de pesquisa. Entre os temas emergentes, destacam-se termos como *neuromyths*, *neuroeducation* e *neuropedagogy*, que refletem o crescente interesse em integrar neurociência com práticas pedagógicas.

Por fim, a palavra *memory*, presente no Cluster 4, está relativamente isolada, sugerindo que os estudos sobre memória não estão amplamente conectados com os demais tópicos analisados. Essa análise oferece uma visão clara das áreas predominantes e das relações entre os principais tópicos abordados nas publicações recentes, fornecendo ideias valiosas para futuras pesquisas em neuroeducação e suas aplicações práticas na formação docente e nos processos de aprendizagem.

Cocitação

A cocitação é um conceito que ocorre quando dois autores são citados juntos em outros trabalhos. A força dessa conexão indica a frequência com que aparecem juntos nas citações, refletindo proximidade teórica ou conceitual entre suas pesquisas. O mapa de cocitação permite identificar os principais autores e entender como suas pesquisas estão interconectadas, oferecendo reflexões interessantes sobre os fundamentos teóricos da neuroeducação.

Figura 5 – Redes de Cocitação e Integração Interdisciplinar



Fonte: Gerada pelos autores (2025) no *software VOSviewer*.

No mapa de cocitação gerado pelo *software VOSviewer*, foram identificados dois *clusters* principais de autores, um centrado na neuroeducação aplicada (práticas de ensino baseadas em

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

neurociência) e outro na neurociência cognitiva (aplicada ao desenvolvimento e aprendizado). Essa divisão reflete diferentes abordagens teóricas, mas também revela pontos de convergência, como os autores Dehaene (2009) e Howard-Jones (2014), que atuam como interseções entre os grupos conforme a Figura 5. A interação entre os dois *clusters* sugere uma integração entre a neurociência educacional e a neurociência cognitiva, indicando que esses campos se complementam tanto na prática quanto na teoria educacional.

O ***Cluster 1*** **(Azul)** inclui os autores Howard-Jones (2014) Dekker; Lee; Howard-Jones; Jolles (2012), Dubinsky *et al.* (2013), (2008), e Varma *et al.* (2008). Este grupo está focado em pesquisas sobre neurociência educacional, desenvolvimento cognitivo e a aplicação da neurociência no contexto educacional. Os autores deste cluster compartilham uma base teórica comum e são frequentemente citados juntos em estudos que abordam neuroeducação e processos de aprendizado. A proximidade desses autores indica que suas contribuições estão alinhadas com a aplicação da neurociência para melhorar as práticas de ensino e formação de professores. Os autores exploram, por exemplo, como aspectos emocionais e sociais influenciam o aprendizado (Immordino-Yang, 2016; Goswami,2008)

Por sua vez, o ***Cluster 2*** **(Vermelho)** reúne os autores Ansari& e Coch (2006); Cohen & Dehaene (2004), e Immordino-Yang (2016). Este grupo se dedica a temas de neurociência cognitiva, desenvolvimento cerebral e suas implicações educacionais, com foco em processos específicos como leitura, habilidades matemáticas e emoções. Os autores deste cluster são frequentemente citados juntos em pesquisas que exploram funções cognitivas e como elas influenciam a aprendizagem. Os autores focam em como o cérebro processa as informações como, por exemplo, números, leitura e cognição (Dehaene, 2009; Ansari & Coch; 2006, por exemplo) e a formação de professores e a necessidade de evitar informações incorretas sobre neurociência na educação (Howard-Jones,2023).

As conexões entre os dois *clusters* mostram que, embora distintos, há relação teórica e conceitual entre eles. Por exemplo, os autores Dehaene & Coen (2004) e *Howard-Jones* (2014) atuam como pontos de interseção, indicando que suas pesquisas têm relevância tanto para a neuroeducação quanto para a neurociência cognitiva. A interseção entre neurociência educacional e cognitiva é fundamental para unir teoria e prática, conforme defendido por Peregrina Nievas & Gallardo-Montes (2023). Essas conexões indicam que o campo está em processo de consolidação, com a integração interdisciplinar sendo uma das principais demandas para avançar na compreensão e aplicação dos conceitos de neuroeducação.

Síntese crítica de estudos analisados sistematicamente com *software NVivo*

O uso do *NVivo* foi necessário para analisar sistematicamente a literatura e os artigos reservados na etapa 7, levando em consideração o fluxograma PRISMA estabelecido neste estudo. Essa análise permitiu uma organização das informações. Inicialmente, os artigos foram lidos e importados para o *software*, onde foram criados três nós principais: Discussão Realizada pelos Autores, Abordagem Metodológica e Síntese das Conclusões. Durante a leitura, trechos relevantes foram codificados nos respectivos nós, permitindo a categorização dos dados e a organização dos achados em eixos interpretativos relacionados à formação docente, aos neuromitos, às metodologias ativas, às tecnologias educacionais, à inclusão e aos processos cognitivos da aprendizagem.

Formação docente e apropriação crítica da neuroeducação

À luz dos estudos analisados, a formação docente surge como eixo estruturante para a consolidação crítica da neuroeducação. Chang et al. (2021), Fragkaki et al. (2022), Peregrina Nievas e Gallardo-Montes (2023), García-Valdecasas et al. (2022), Doukakis et al. (2022) e Mystakidis et al. (2023) indicam que o contato com conceitos neurocientíficos pode favorecer mudanças no planejamento das aulas, na compreensão dos estudantes e na tomada de decisões pedagógicas. Contudo, esses achados precisam ser interpretados para além de uma lógica de treinamento técnico.

Em diálogo com Tardif (2014), Gatti (2010, 2014) e Nóvoa (2019), essa lacuna formativa envolve não apenas a presença de conteúdos neurocientíficos nos currículos, mas também sua articulação com os saberes profissionais, experienciais e contextuais dos professores, com a organização das licenciaturas e com os contextos profissionais da escola. Portanto, a apropriação da neuroeducação

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

exige mediações formativas capazes de evitar simplificações e de relacionar evidências científicas às diferentes realidades escolares.

Neuromitos e alfabetização neurocientífica

Essa leitura também permite problematizar a persistência dos neuromitos. Bissessar e Youssef (2021), Fragkaki et al. (2022), Peregrina Nievas e Gallardo-Montes (2023) e Neves et al. (2024) mostram que concepções equivocadas sobre o funcionamento cerebral continuam presentes entre professores e estudantes. Tal persistência evidencia que a divulgação de informações neurocientíficas, isoladamente, não garante formação crítica. Ao contrário, quando desarticulada dos saberes pedagógicos e das condições concretas do trabalho docente, a neuroeducação pode ser apropriada de forma superficial, reforçando crenças simplificadas sobre aprendizagem, inteligência e desenvolvimento. Nesse sentido, a alfabetização neurocientífica precisa ser compreendida como dimensão da formação docente reflexiva, e não apenas como domínio conceitual sobre o cérebro.

Neuroplasticidade, metodologias ativas e experiências de aprendizagem

Outro ponto recorrente refere-se à relação entre neuroplasticidade, metodologias ativas e experiências de aprendizagem. Lamrani e Abdelwahed (2020), Srikoon et al. (2024), Smaniotto-Holmes (2024), Elgavi e Hamo (2024) e Chang et al. (2021) indicam que práticas pedagógicas ativas, contextualizadas e emocionalmente significativas podem favorecer o engajamento, a atenção, a autorregulação e a consolidação do conhecimento. A gamificação, os jogos sérios, o modelo STEMEN, as práticas de yoga e mindfulness e as abordagens voltadas ao ensino da matemática na infância apontam para uma compreensão ampliada da aprendizagem, na qual cognição, emoção, corpo e contexto não devem ser analisados de forma dissociada. Essa perspectiva desloca a neuroeducação de uma visão estritamente cerebral para uma leitura integrada dos processos de aprender.

Tecnologias educacionais, ensino digital e inteligência artificial

A análise dos estudos também evidencia a necessidade de postura crítica diante das tecnologias educacionais e da inteligência artificial (IA). Nascimento et al. (2022), Doukakis e Alexopoulos (2021), Doukakis et al. (2022), García-Valdecasas et al. (2022), Mystakidis et al. (2023), Frei-Landau et al. (2023) e Norton Contreras Paredes (2021) indicam que recursos digitais podem ampliar possibilidades de aprendizagem, formação docente, acessibilidade e inovação pedagógica. Entretanto, esses estudos também mostram que a tecnologia não constitui, por si só, garantia de melhoria educacional. O ensino remoto emergencial, o uso de plataformas digitais e a incorporação da IA evidenciam que os efeitos pedagógicos dependem da intencionalidade docente, do planejamento didático, das condições institucionais e de critérios éticos. Assim, a tecnologia aparece menos como solução automática e mais como campo de mediação pedagógica e responsabilidade formativa.

Inclusão, diversidade e risco de reducionismo

No campo da inclusão, o aporte neuroeducacional é apontado como recurso para ampliar a sensibilidade docente diante das diferenças individuais, dos transtornos do neurodesenvolvimento e das necessidades de adaptação pedagógica (Frei-Landau et al., 2023; Chang et al., 2021; Peregrina Nievas & Gallardo-Montes, 2023; García-Valdecasas et al., 2022). Contudo, essa contribuição exige cautela para não converter explicações neurocientíficas em leituras deterministas ou medicalizantes da aprendizagem.

A neuroeducação, nesse sentido, deve ser vinculada a princípios de acessibilidade, equidade e diversidade, de modo que o conhecimento sobre o funcionamento cerebral apoie práticas inclusivas sem reduzir os estudantes a marcadores biológicos ou diagnósticos. Esse cuidado evita que os achados neurocientíficos sejam usados para justificar adaptações individualizantes ou para transpor lógicas clínicas ao cotidiano escolar. A interface entre neuroeducação e inclusão exige, portanto, mediação pedagógica, formação docente, apoio institucional e colaboração entre educação especial e educação regular, condições necessárias para que o aporte científico se some às práticas inclusivas sem esvaziar o

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

ato pedagógico (Mantoan, 2003; Mendes, 2006; Mendes, Almeida & Toyoda, 2011; Haas & Baptista, 2025).

Memória, atenção e funções executivas

Por fim, Da Silva Soares Jr. et al. (2021), Elgavi e Hamo (2024), Fragkaki et al. (2022) e Chang et al. (2021) evidenciam que memória, atenção, metacognição e funções executivas constituem dimensões relevantes para compreender a aprendizagem e orientar práticas de ensino e avaliação. O uso de rastreamento ocular, a análise da memória de trabalho e a investigação de estratégias cognitivas indicam que a neuroeducação pode oferecer subsídios para compreender processos nem sempre visíveis no desempenho escolar. Todavia, esses achados também reforçam a necessidade de tradução pedagógica cuidadosa, para que dados sobre cognição e funcionamento cerebral não sejam tratados de forma isolada, mas relacionados ao currículo, à mediação docente e às condições concretas de aprendizagem.

Em síntese, os 17 estudos analisados indicam que a neuroeducação se encontra em processo de consolidação como campo interdisciplinar, com contribuições para a formação docente, a aprendizagem ativa, o uso crítico de tecnologias, a inclusão e a compreensão de processos cognitivos como memória e atenção. Ao mesmo tempo, revelam desafios importantes: a distância entre teoria e prática, a persistência dos neuromitos, o risco de tecnicismo, o uso pouco crítico de tecnologias e a possibilidade de reducionismos biológicos. Desse modo, sua principal contribuição não está apenas em explicar como o cérebro aprende, mas em apoiar práticas pedagógicas baseadas em evidências, eticamente orientadas, sensíveis à diversidade dos estudantes e mediadas pelas condições concretas da escolarização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo mapear os avanços teóricos e práticos da neuroeducação, por meio de uma revisão sistemática da literatura, com o intuito de identificar lacunas, orientar futuras investigações e apoiar a aplicação de estratégias neurocientíficas no cotidiano escolar. A partir da questão norteadora — quais são os principais temas, contribuições e desafios presentes na literatura recente sobre neuroeducação —, foi possível reunir e analisar evidências que revelam a configuração atual do campo, destacando temas emergentes, abordagens predominantes, contribuições práticas e limitações observadas nas produções científicas selecionadas.

A análise bibliométrica revelou a predominância de três *clusters* temáticos: a aplicação prática de conceitos neurocientíficos, a formação docente e os impactos das tecnologias emergentes no ensino. Estudos como os de Peregrina Nievas e Gallardo-Montes (2023) apontaram a escassez de conteúdos de neuroeducação em currículos de formação inicial, enquanto pesquisas como as de Smaniotto-Holmes (2024) destacaram práticas pedagógicas inovadoras, como yoga e *mindfulness*, que demonstraram impactos positivos na resiliência e na neuroplasticidade dos alunos.

A análise de colaboração científica entre países, conduzida com o *software VOSviewer*, demonstrou a crescente relevância global da neuroeducação. Países como Estados Unidos e Canadá lideram em produção e colaboração, contribuindo significativamente para o desenvolvimento do campo. Conexões relevantes também foram observadas entre Brasil, Espanha e Austrália, indicando uma expansão da pesquisa em contextos diversificados. Essa colaboração internacional reforça a importância de uma abordagem interdisciplinar e transcultural, como destacado por Fischer *et al.* (2009), para enriquecer as práticas educacionais globais.

É importante reconhecer que a utilização exclusiva da base de dados Scopus pode ter limitado a abrangência dos resultados desta revisão sistemática. Futuras pesquisas podem ampliar o escopo investigativo ao incorporar outras bases de dados, como *PubMed e Web of Science*, por exemplo.

No que diz respeito às lacunas e desafios, observou-se uma necessidade urgente de aumentar a inclusão de conteúdos neurocientíficos na formação docente, particularmente em países de baixa e média renda, onde a prevalência de neuromitos é mais acentuada (Bissessar & Youssef, 2021). Vale destacar que, estudos longitudinais, como os de Neves *et al.* (2024), sugerem a importância de avaliar os impactos a longo prazo das intervenções neuroeducacionais, ainda pouco explorados.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

Outro ponto relevante é o uso ético e intencional de tecnologias emergentes, como IA e plataformas digitais. Embora ferramentas como IA possam transformar a educação, estudos como o de Paredes (2021) alertam para os riscos ao desenvolvimento cognitivo e social quando utilizadas sem diretrizes claras ou intencionalidade pedagógica.

Em conclusão, este estudo atingiu seu objetivo de fornecer um panorama abrangente sobre os avanços e desafios no campo da neuroeducação. A análise destaca relevância de políticas públicas que incentivem o uso ético de tecnologias no ensino, a formação continuada de docentes e o incentivo de pesquisas interdisciplinares e multiculturais. As conexões internacionais emergentes evidenciam o potencial colaborativo para fortalecer a neuroeducação em contextos globais e regionais, favorecendo práticas pedagógicas mais eficazes, inclusivas e alinhadas às necessidades dos alunos. A análise também indica que a contribuição da neuroeducação para práticas inclusivas depende de mediações pedagógicas, formação docente e condições institucionais que evitem a transposição de explicações biomédicas para o campo educacional. Futuras investigações devem explorar o impacto de fatores culturais na adoção de estratégias neurocientíficas e como diferentes contextos educacionais podem maximizar os benefícios desse campo em expansão.

REFERÊNCIAS

Amaral, A. L. N., & Guerra, L. B. (2020). *Neurociências e educação: Olhando para o futuro da aprendizagem*. SESI/DN.

Ansari, D., & Coch, D. (2006). Bridges over troubled waters: Education and cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(4), 146–151. https://doi.org/10.1016/j.tics.2006.02.007

Ansari, D., De Smedt, B., & Grabner, R. H. (2011). Neuroeducation: A critical overview of an emerging field. *Neuroethics*, 5(2), 105–117. https://doi.org/10.1007/s12152-011-9119-3

Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007

Bardin, L. (2016). *Análise de conteúdo* (L. A. Reto & A. Pinheiro, Trads.). Edições 70.

Basso, D., & Cottini, M. (2023). Cognitive neuroscience and education: Not a gap to be bridged but a common field to be cultivated. *Sustainability*, 15(2), 1628. https://doi.org/10.3390/su15021628

Bissessar, S., & Youssef, F. F. (2021). A cross-sectional study of neuromyths among teachers in a Caribbean nation. *Trends in Neuroscience and Education*, 23, 100155. https://doi.org/10.1016/j.tine.2021.100155

Blakemore, S.-J. (2019). Adolescence and mental health. *The Lancet*, 393(10185), 2030–2031. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31013-X

Blakemore, S.-J., & Frith, U. (2011). *Brain waves module 2: Neuroscience: Implications for education and lifelong learning*. The Royal Society. https://royalsociety.org/topics-policy/projects/brain-waves/education-lifelong-learning

Brockington, G., Balardin, J. B., Morais, G. A. Z., Malheiros, A., Lent, R., Moura, L. M., & Sato, J. R. (2018). From the laboratory to the classroom: The potential of functional near-infrared spectroscopy in educational neuroscience. *Frontiers in Psychology*, 9, 1840. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01840

Cerruti, C. (2013). Building a functional multiple intelligences theory to advance educational neuroscience. *Frontiers in Psychology*, 4, 950. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00950

Chan, G. K., Guo, N., Goyena, J. P., Schmidt, K., & Shannon, A. (2021). Improving patients' early mobility through innovative interprofessional education using educational neuroscience theory. *Journal of Continuing Education in Nursing*, 52(8), 362–366. https://doi.org/10.3928/00220124-20210714-05

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

Chang, Z., Schwartz, M. S., Hinesley, V., & Dubinsky, J. M. (2021). Neuroscience concepts changed teachers' views of pedagogy and students. *Frontiers in Psychology*, 12, 685856. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.685856

Cohen, L., & Dehaene, S. (2004). Specialization for the written word in the visual cortex. *NeuroImage*, 22(1), 466–476.

Contreras Paredes, N. (2023). Artificial intelligence: A threat to the child and adolescent brain and learning? *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 21(3), e4. https://doi.org/10.11600/rlcsnj.21.3.E4

Cosenza, R. M., & Guerra, L. B. (2011). *Neurociência e educação: Como o cérebro aprende*. Artmed.

Crossan, M. M., & Apaydin, M. (2010). A multi-dimensional framework of organizational innovation: A systematic review of the literature. *Journal of Management Studies*, 47(6), 1154–1191. https://doi.org/10.1111/j.1467-6486.2009.00880.x

Da Silva Soares, R., Lukasova, K., Carthery-Goulart, M. T., & Sato, J. R. (2021). Student's perspective and teachers' metacognition: Applications of eye-tracking in education and scientific research in schools. *Frontiers in Psychology*, 12, 673615. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.673615

Dehaene, S. (2009). *Reading in the brain: The science and evolution of a human invention*. Penguin Books.

Dekker, S., Lee, N. C., Howard-Jones, P., & Jolles, J. (2012). Neuromyths in education: Prevalence and predictors of misconceptions among teachers. *Frontiers in Psychology*, 3, Artigo 429. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00429

Devonshire, I. M., & Dommett, E. J. (2010). Neuroscience: Viable applications in education? *The Neuroscientist*, 16(4), 349–356. https://doi.org/10.1177/1073858410370900

Doukakis, S., & Alexopoulos, E. C. (2021). Online learning, educational neuroscience and knowledge transformation opportunities for secondary education students. *Journal of Higher Education Theory and Practice, 21*(3). https://doi.org/10.33423/jhetp.v21i3.4141

Doukakis, S., Niari, M., Malliou, E., Vlachou, S., & Filippakopoulou, Evangelia. (2022). Teaching informatics to adults of vocational school students with mild intellectual disabilities: A pilot study. *Information*, 13(6), 274. https://doi.org/10.3390/info13060274

Dubinsky, J. M., Roehrig, G., & Varma, S. (2013). Infusing neuroscience into teacher professional development. *Educational Researcher*, 42(6), 317–329. https://doi.org/10.3102/0013189X13499403

Elgavi, O., & Hamo, P. (2024). Math on the brain: Seven principles from neuroscience for early childhood educators. *Early Childhood Education Journal*. Advance online publication. https://doi.org/10.1007/s10643-024-01656-2

Feiler, J. B., & Stabio, M. E. (2018). Three pillars of educational neuroscience from three decades of literature. *Trends in Neuroscience and Education, 13*, 17–25. https://doi.org/10.1016/j.tine.2018.11.001

García-Valdecasas, B. F., Martínez Sánchez, I., González González, D., & Álvarez Rodríguez, J. (2022). O papel da neurodidáctica na profissionalização de professores para ensino online na educação superior. *Texto Livre, 15*, e40505. https://doi.org/10.35699/1983-3652.2022.40505

Ferrero, M., Garaizar, P., & Vadillo, M. A. (2016). Neuromyths in education: Prevalence among Spanish teachers and an exploration of cross-cultural variation. *Frontiers in Human Neuroscience, 10*, Article 496. https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00496

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

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

Fischer, K. W., Goswami, U., Geake, J., & Task. Force on the Future of Educational Neuroscience. (2010). The future of educational neuroscience. *Mind, Brain, and Education*, 4(2), 68–80. https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2010.01086.x

Fragkaki, M., Mystakidis, S., & Dimitropoulos, K. (2022). Higher education faculty perceptions and needs on neuroeducation in teaching and learning. *Education Sciences*, 12(10), 707. https://doi.org/10.3390/educsci12100707

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

Gaddes, W. H. (1968). A neuropsychological approach to learning disorders. *Journal of Learning Disabilities, 1*(9), 523–534. https://doi.org/10.1177/002221946800100906

Galvão, M. C. B., Pluye, P., & Ricarte, I. L. M. (2017). Métodos de pesquisa mistos e revisões de literatura mistas: Conceitos, construção e critérios de avaliação. *InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação, 8*(2), 4–24. https://doi.org/10.11606/issn.2178-2075.v8i2p4-24

Gatti, B. A. (2010). Formação de professores no Brasil: Características e problemas. *Educação & Sociedade, 31*(113), 1355–1379. https://doi.org/10.1590/S0101-73302010000400016

Gatti, B. A. (2014). A formação inicial de professores para a educação básica: As licenciaturas. *Revista USP*, *(100)*, 33–46. https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i100p33-46

Gkintoni, E., Dimakos, I., Halkiofoulos, C., & Antonopoulou, H. (2023). Contributions of neuroscience to educational praxis: A systematic review. *Emerging Science Journal*, 7, 146–158. https://doi.org/10.28991/ESJ-2023-SIED2-012

Glendenning, F. (Ed.). (1985). *Educational gerontology: International perspectives*. Croom Helm.

Godsil, B. P. et al. (2013). The hippocampal–prefrontal pathway: The weak link in psychiatric disorders? *European Neuropsychopharmacology*, 23(9), 1165–1181. https://doi.org/10.1016/j.euroneuro.2012.10.018

Goswami, U. (2008). Principles of learning, implications for teaching? Cognitive neuroscience and the classroom. In U. Goswami (Ed.), *Neuroscience in education: The good, the bad, and the ugly* (pp. 21–49). Oxford University Press. https://doi.org/10.1111/j.1467-9752.2008.00639.x

Grill-Spector, K., & Malach, R. (2004). The human visual cortex. *Annual Review of Neuroscience*, 27, 649–677. https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.27.070203.144220

Grossi, M. G. R., Lopes, A. M., & Couto, P. A. (2014). A neurociência na formação de professores: Um estudo da realidade brasileira. *Revista da FAEEBA, Educação e Contemporaneidade*, 23(41), 27–40.

Grossi, M. G. R., Oliveira, E. S., & Aguiar, F. A. de. (2019). A neurociência na formação inicial de professores: Uma investigação científica. *Ensino Em Re-Vista*, 26(3), 871–895. https://doi.org/10.14393/ER-v26n3a2019-12

Grossi, M. G. R., Oliveira, E. S., & Fonseca, R. G. P. (2024). Currículo, neurociência e a formação de professores. *Revista e-Curriculum*, 22, 1–26.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

GrosPietsch, F., & Lins, I. (2021). Review on the prevalence and persistence of neuromyths in education—Where we stand and what is still needed. *Frontiers in Education*, 6, 665752. https://doi.org/10.3389/feduc.2021.665752

GrosPietsch, F., & Mayer, J. (2019). Pre-service biology teachers' neuroscience literacy: Implications for teacher education and curriculum development. *International Journal of Science Education*, 41(17), 2386–2406. https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1686541

Gunnars, F. (2023). A systematic review of special educational interventions for student attention: Executive function and digital technology in primary school. *Journal of Special Education Technology*, 39(2), 264–276. https://doi.org/10.1177/01626434231198226

Haddaway, N. R., Page, M. J., Pritchard, C. C., & McGuinness, L. A. (2022). PRISMA2020: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams. *Campbell Systematic Reviews*, 18(2), e1230. https://doi.org/10.1002/cl2.1230

Hernández Cueva, E. J., Valle Vargas, M. E., Carrión Celi, N. Y., Cajamarca Chamba, J. P., & Gualan Minga, L. O. (2023). Neurociencia y su aplicación en los procesos de aprendizaje en el Subnivel de Básica Media. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 8136–8162. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8388

Haas, C., & Baptista, C. R. (2025). Política Nacional de Educação Especial na Perspectiva da Educação Inclusiva (2008–2023): Desafios históricos e atuais. *Revista Brasileira de Educação Especial, 31*, e0354. https://doi.org/10.1590/1980-54702025v31e0354

Hickok, G., & Poeppel, D. (2007). The cortical organization of speech processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 8(5), 393–402. https://doi.org/10.1038/nrn2113

Hoferichter, F., & Raufelder, D. (2024). Mind, brain and education—Neuromechanisms during child development. *British Journal of Educational Psychology*. Advance online publication. https://doi.org/10.1111/bjep.12702

Horvath, J. C., Lodge, J. M., & Hattie, J. (2016). *From the laboratory to the classroom: Translating science of learning for teachers*. Routledge.

Howard-Jones, P. A. (2014). Neuroscience and education: Myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, 15(12), 817–824. https://doi.org/10.1038/nrn3817

Huangal-Scheineder, S., Cieza-Sánchez, J., Diaz-Gallardo, A. J., & Sáenz-Vera, S. (2024). Neuroeducation and impact on higher education: An exploratory study. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 13(6), 3641–3650. https://doi.org/10.11591/ijere.v13i6.29170

Jones, S., & Underwood, S. (2017). Understanding students' emotional reactions to entrepreneurship education: A conceptual framework. *Education + Training*, 59(7/8), 657–671. https://doi.org/10.1108/ET-07-2016-0128

Lamrani, R., & Abdelwahed, E. H. (2020). Game-based learning and gamification to improve skills in early years education. *Computer Science and Information Systems*, 17(1), 339–356. https://doi.org/10.2298/CSIS190511043L

Marcondes, R., & Silva, S. L. R. da. (2022). O Protocolo PRISMA 2020 como uma possibilidade de roteiro para revisão sistemática em ensino de ciências. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, 18(39), 1–19. DOI: 10.21713/rbpg.v18i39.1894.

Mantoan, M. T. E. (2003). *Inclusão escolar: o que é? por quê? como fazer?* Moderna.

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

Mendes, E. G. (2006). A radicalização do debate sobre inclusão escolar no Brasil. *Revista Brasileira de Educação, 11*(33), 387–405. https://doi.org/10.1590/S1413-24782006000300002

Mendes, E. G., Almeida, M. A., & Toyoda, C. Y. (2011). Inclusão escolar pela via da colaboração entre educação especial e educação regular. *Educar em Revista, 41*, 81–93.

Mesulam, M.-M. (1998). From sensation to cognition. *Brain*, 121(6), 1013–1052. https://doi.org/10.1093/brain/121.6.1013

Mystakidis, S., Christopoulos, A., Fragkaki, M., & Dimitropoulos, K. (2023). Online professional development on educational neuroscience based on design thinking. *Preprints*. https://doi.org/10.20944/preprints202305.1367.v1

Nascimento, M. S. L., Santos, L. S., Cardoso, M. P., & Melo, M. M. (2022). Neuroeducação e tecnologia: Parceiras emergentes no processo ensino-aprendizagem no contexto educacional do século XXI. *Linguagem e Tecnologia*, 15(3), 1–20. https://doi.org/10.35699/1983-3652.2022.40459

Neves, B. H. S., Martini, V. Á., Fantti, M. F., & Mello-Carpes, P. B. (2024). Long-term impact of neuroscience outreach interventions on elementary students' knowledge. *Advances in Physiology Education*, 48(1), 147–154. https://doi.org/10.1152/advan.00028.2023

Nóvoa, A. (2019). Os professores e a sua formação num tempo de metamorfose da escola. *Educação & Realidade, 44*(3), e84910. https://doi.org/10.1590/2175-623684910

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, *372*, n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Peregrina Nievas, P., & Gallardo-Montes, C. P. (2023). The neuroeducation training of students in the degrees of early childhood and primary education: A content analysis of public universities in Andalusia. *Education Sciences*, 13(10), 1006. https://doi.org/10.3390/educsci13101006

Procópio, M., Fernandes-Procópio, L., Fernández-Cézar, R., Rabelo, M. P., & Yánez-Araque, B. (2024). Neuroscience-Based Information and Communication Technologies Development in Elementary School Mathematics through Games: A Case Study Evaluation. *Education Sciences*, *14*(3), 213. https://doi.org/10.3390/educsci14030213

Radtke Caneppele, N., Belintani Shigaki, H., Ramos, H. R., & Ribeiro, I. (2023). A utilização do software VOSviewer em pesquisas científicas. *Revista Ibero-Americana de Estratégia*, 22(1), e24970. https://doi.org/10.5585/2023.24970

Ravet, J., & Williams, J. H. G. (2017). What we know now: education, neuroscience and transdisciplinary autism research. *Educational Research*, 59(1), 1–16. https://doi.org/10.1080/00131881.2016.1272429

Sá, C. F. de. (2023). Um Estudo Sobre as Contribuições do Software Nvivo Numa Abordagem Qualitativa de Pesquisa. *Revista Letra Magna*, *19*(34), 160–174. Recuperado de https://ojs.ifsp.edu.br/magna/article/view/2421

Scaringella, L., & Radziwon, A. (2018). Innovation, entrepreneurial, knowledge, and business ecosystems: Old wine in new bottles? *Technological Forecasting and Social Change*, 136, 59–87. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.09.023

Shvarts-Serebro, I., Ben-Yehudah, G., Elgavi-Hershler, O., Grobgeld, E., Katzof, A., Luzzatto, E.,

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

Shalom, M., & Zohar-Harel, T. (2024). Agents of change: Integration of neuropedagogy in pre-service teacher education. *Frontiers in Education*, *9*, Article 1369394. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1369394

Smaniotto-Holmes, K. (2024). Learning, breathing, and well-being: Resiliency and yoga—Contemplations on the neuroscientific connection to curriculum, teaching, and learning. *Interchange*, *55*, 331–348. https://doi.org/10.1007/s10780-024-09520-3

Sokolowski, H. M., Fias, W., Ononye, C. B., & Ansari, D. (2017). Are numbers grounded in a general magnitude processing system? A functional neuroimaging meta-analysis. *Neuropsychologia*, 105, 50–69. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2017.01.019

Srikoon, S., Khamput, C., & Punsrigate, K. (2024). Effects of the STEMEN teaching models on mathematical literacy and mathematical problem-solving. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 21(2), 79–115. https://doi.org/10.32890/mjli2024.21.2.4

Tardif, M. (2014). *Saberes docentes e formação profissional* (17ª ed., F. Pereira, Trad.). Vozes.

Tokuhama-Espinosa, T. (2011). *Mind, brain, and education science: A comprehensive guide to the new brain-based teaching*. W. W. Norton & Company.

Tommerdahl, J. (2010). A model for bridging the gap between neuroscience and education. *Oxford Review of Education*, 36(1), 97–109. https://doi.org/10.1080/03054980903518936

Torrijos-Muelas, M., González-Víllora, S., & Bodoque-Osma, A. R. (2021). The persistence of neuromyths in the educational settings: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, *11*, Article 591923. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.591923

Tual, M., Blondelle, G., Bailleul, C., Schmitt, A., & Hainselin, M. (2024). Comment passer de la diffusion des neuromythes à l'adoption de pratiques fondées sur des données probantes en éducation? *Psychologie Française*, *69*(4), 353–365. https://doi.org/10.1016/j.psfr.2024.03.003

Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3

Varma, S., McCandliss, B. D., & Schwartz, D. L. (2008). Scientific and pragmatic challenges for bridging education and neuroscience. *Educational Researcher*, 37(3), 140–152. https://doi.org/10.3102/0013189X08317687

Wilcox, G., Morett, L. M., Hawes, Z., & Dommett, E. J. (2021). Why educational neuroscience needs educational and school psychology to effectively translate neuroscience to educational practice. *Frontiers in Psychology*, 11, 618449. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.618449

Zadina, J. N. (2015). The emerging role of educational neuroscience in education reform. *Psicología Educativa*, 21(2), 71–77. https://doi.org/10.1016/j.pse.2015.08.005

DECLARAÇÃO SOBRE DISPONIBILIDADE DE DADOS

Os dados utilizados e/ou analisados neste estudo estão disponíveis mediante solicitação ao autor correspondente. Não há restrições de acesso aos dados, e estes podem ser compartilhados para fins de verificação científica e transparência da pesquisa. Os dados não foram depositados em repositórios públicos devido à ausência de exigência institucional ou contratual no momento da submissão, mas podem ser fornecidos mediante solicitação razoável.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

SciELO Preprints - Este documento é um preprint e sua situação atual está disponível em: https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.12686

Autor 1: Conceituação; Metodologia; Curadoria de Dados; Investigação; Análise Formal; Software; Visualização; Escrita – Primeira Redação; Escrita – Revisão e Edição. Responsável pela concepção do estudo, delineamento metodológico, organização e curadoria dos dados, condução da investigação, análise formal dos resultados, uso dos softwares de apoio à análise, elaboração das visualizações e redação inicial do manuscrito, além de participação na revisão e edição da versão final.

Autor 2: Metodologia; Validação; Escrita – Revisão e Edição. Contribuiu com sugestões substantivas para o aprimoramento metodológico, validação crítica da organização analítica e revisão da versão final do manuscrito.

Autor 3: Metodologia; Validação; Escrita – Revisão e Edição. Contribuiu com sugestões substantivas para o aprimoramento metodológico, validação crítica da organização analítica e revisão da versão final do manuscrito.

Financiamento: Agradecemos ao apoio do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG.

Conflito de interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses.

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram que não há conflito de interesse relacionado à elaboração e publicação deste artigo.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença Creative Commons CC-BY.
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.