CONTRIBUIÇÕES DA NEUROCIÊNCIA PARA A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

CONTRIBUTIONS OF NEUROSCIENCE TO MATHEMATICS EDUCATION

Patrícia de Araújo dos Santos[1]
Elivaldo Serrão Custódio[2]

Resumo
O presente artigo tem por objetivo investigar as principais contribuições da neurociência para o processo de ensino e aprendizagem da matemática. Trata-se, de uma revisão de literatura, de abordagem qualitativa, realizada a partir de estudos publicados entre 2005 e 2025. Os resultados indicam que aspectos como neuroplasticidade, memória de trabalho, funções executivas, motivação e emoções influenciam a aprendizagem matemática. Evidencia-se, ainda, a relevância das tecnologias educacionais, das práticas metacognitivas para o desenvolvimento do raciocínio lógico e da autonomia discente. Conclui-se, que a integração entre Neurociência e Educação Matemática, pode oferecer subsídios para a reflexão sobre práticas pedagógicas, desde que articulada à formação docente, aos referenciais da Educação Matemática e às especificidades socioculturais dos contextos escolares.

Palavras-chave: Neurociência. Educação Matemática. Ensino-aprendizagem.

Abstract
This article aims to investigate the main contributions of neuroscience to the teaching and learning of mathematics. It is a qualitative literature review based on studies published between 2005 and 2025. The results indicate that aspects such as neuroplasticity, working memory, executive functions, motivation, and emotions influence mathematical learning. Furthermore, the study highlights the importance of educational technologies and metacognitive practices for the development of logical reasoning and student autonomy. It concludes that integrating neuroscience with mathematics education can provide support for reflection on pedagogical practices, provided that it is articulated with teacher education, Mathematics Education frameworks, and the sociocultural specificities of school contexts.

Keywords: Neuroscience. Mathematics Education. Teaching and Learning.

---

[1] Graduada em Pedagogia pela Universidade do Estado do Amapá (UEAP). Membro do Grupo de Estudos e Pesquisas em Etnomatemática, Cultura e Relações Étnico-Raciais **(**GEPECRER). E-mail: pattrycia.ti@gmail.com ORCID: https://orcid.org/0009-0005-9157-4644

[2] Doutor em Teologia pela Faculdades EST, em São Leopoldo/RS. Pós-doutor em Educação pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Professor Adjunto da Universidade do Estado do Amapá (UEAP), Macapá, Amapá, Brasil. Bolsista de Produtividade em Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)/Fundação de Amparo à Pesquisa do Amapá (FAPEAP). Lider e fundador do Grupo de Estudos e Pesquisas em Etnomatemática, Cultura e Relações Étnico-Raciais **(**GEPECRER). E-mail*:* elivaldo.pa@hotmail.com ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2947-5347

Introdução

A aprendizagem matemática tem sido, historicamente, um dos maiores desafios enfrentados no ambiente escolar. Alunos de diferentes faixas etárias demonstram dificuldades em compreender conceitos matemáticos, o que repercute diretamente em seu desempenho acadêmico, na autoestima e no interesse pelos estudos. Tal cenário levanta questionamentos sobre a eficácia das metodologias tradicionais de ensino e sobre como os professores podem, com base em evidências científicas, aprimorar suas práticas pedagógicas. Nesse contexto, a neurociência surge como uma aliada poderosa, oferecendo subsídios para compreender os mecanismos cerebrais envolvidos na aprendizagem e, consequentemente, fornecer estratégias mais eficientes para o ensino da matemática.

A neurociência, enquanto campo interdisciplinar que estuda o funcionamento do sistema nervoso, tem se aproximado da educação por meio de uma subárea denominada neuroeducação. Esta busca integrar os conhecimentos da biologia, psicologia cognitiva e pedagogia com o objetivo de melhorar os processos de ensino e aprendizagem (Tokuhama-Espinosa, 2008; 2014). Nesse cenário, compreender como o cérebro processa informações numéricas, resolve problemas matemáticos, lida com abstrações pode ajudar professores a planejar estratégias mais coerentes com o desenvolvimento cognitivo dos alunos, respeitando seus ritmos e particularidades.

Além disso, a neurociência fornece fundamentos importantes para identificar e lidar com transtornos de aprendizagem, como a discalculia, um distúrbio neurológico específico que afeta a capacidade de entender e manipular números (Butterworth, 2005). Com o suporte de pesquisas neurocientíficas, torna-se possível reconhecer os sinais precoces dessas dificuldades, intervir de forma mais precisa e eficiente, promovendo maior inclusão no processo educacional.

A Educação Matemática, nesse sentido, se beneficia usando fazendo uso de estratégias neuroeducativas, não apenas por meio da compreensão dos déficits, mas pelo fortalecimento de práticas pedagógicas baseadas em evidências. A memorização de fórmulas, o ensino mecanizado, descontextualizado, ainda muito presentes em salas de aula, têm demonstrado baixos índices de eficácia e especialmente entre estudantes

com dificuldades cognitivas. Ao contrário, abordagens que levam em consideração o funcionamento do cérebro, o uso da linguagem simbólica, a manipulação concreta e a estimulação de diferentes áreas cerebrais mostram-se mais eficazes no desenvolvimento das habilidades lógico-matemáticas. Práticas pedagógicas baseadas em conhecimentos neurocientíficos, podem melhorar significativamente o desempenho em matemática e especialmente para alunos com dificuldades cognitivas (Goswami, 2008).

A escolha por realizar uma revisão de literatura sobre as contribuições da neurociência para a Educação Matemática, justifica-se pela necessidade de compreender, de maneira ampla, sistematizada e o que já foi produzido cientificamente sobre essa temática. Tal investigação permite organizar o conhecimento existente, identificar lacunas na produção acadêmica, apontar caminhos para novas pesquisas e intervenções pedagógicas. Assim, este trabalho tem como objetivo investigar as principais contribuições da neurociência para o processo de ensino e aprendizagem da matemática.

Metodologia

Foi realizada uma revisão de literatura de abordagem qualitativa, de caráter exploratório, visando compreender as contribuições da neurociência para a Educação Matemática. Diferentemente de revisões sistemáticas, a presente investigação não teve como objetivo a exaustividade do levantamento, mas a construção interpretativa e crítica do conhecimento produzido sobre a temática (Gil, 2008).

As buscas bibliográficas foram realizadas entre março e abril de 2025, nas bases *SciELO*, Portal de Periódicos CAPES e Google Acadêmico. Inicialmente, foram identificadas 78 publicações relacionadas ao tema. Após leitura dos títulos, resumos e palavras-chave, foram selecionados 34 trabalhos que apresentavam aderência direta ao objeto investigado.

Os critérios de inclusão compreenderam: a) estudos publicados entre 2005 e 2025; b) textos em português, inglês e espanhol; c) trabalhos que abordassem explicitamente a relação entre neurociência, cognição e ensino da matemática. Foram

excluídas produções que discutiam exclusivamente aspectos clínicos da neurociência sem articulação com contextos educacionais.

A análise ocorreu mediante a técnica de análise temática de conteúdo (Bardin, 2016), a partir de três categorias analíticas: 1) processos neurocognitivos relacionados à aprendizagem matemática; 2) práticas pedagógicas fundamentadas em evidências neuroeducacionais; e 3) desafios e limites da integração entre neurociência e Educação Matemática.

Fundamentação teórica

A neurociência

A neurociência é um campo interdisciplinar que estuda o sistema nervoso, incluindo a estrutura, a função e o desenvolvimento do cérebro, possibilitando uma compreensão aprofundada da capacidade cognitiva humana. Este entendimento é fundamental, uma vez que o cérebro é responsável por processos complexos de aprendizagem e memória e indispensáveis para a Educação Matemática.

O conhecimento sobre o funcionamento básico do cérebro humano, especialmente em relação a áreas como o córtex pré-frontal[3] (associado ao raciocínio lógico e à resolução de problemas), permite que educadores desenvolvam abordagens pedagógicas que estejam mais alinhadas com a forma como o cérebro processa informações matemáticas. Isso inclui, a identificação de como regiões específicas do cérebro se ativam durante diferentes tarefas matemáticas, revelando assim a importância de relacionar novos conceitos a experiências prévias e de promover uma prática espaçada para facilitar a retenção de informações (Fonseca, 2016).

Além disso, os processos cognitivos, que englobam aspectos como atenção, percepção e memória, desempenham um papel crucial na maneira como os alunos abordam e resolvem problemas matemáticos. Compreender esses processos permite que educadores adotem práticas que otimizem a aprendizagem, como dividir problemas complexos em partes menores, o que facilita o processamento e a retenção

[3] Córtex pré-frontal é uma região do cérebro localizada na parte frontal do lobo frontal, responsável pelas funções executivas, como planejamento, tomada de decisões, memória de trabalho, controle de impulsos e regulação emocional.

de informações. À medida que os alunos desenvolvem metacognição, que é a capacidade de monitorar, compreender e regular os próprios processos mentais, tornando-os conscientes de seus próprios processos de pensamento, eles podem ajustar suas estratégias de aprendizagem e por fim promovendo uma maior autonomia. Assim, integrar o conhecimento à Educação Matemática proposta por métodos pedagógicos inovadores, pode ser uma chave para potencializar o aprendizado efetivo e duradouro, cultivando uma compreensão mais profunda e significativa da matemática.

Processos cognitivos de desempenho

Os processos cognitivos envolvem uma série de funções mentais que facilitam a aquisição, armazenamento, uso de conhecimento, sendo fundamentais para a aprendizagem. Esses processos incluem a percepção, atenção, memória, raciocínio e resolução de problemas, cada um desempenhando um papel crucial na forma como os indivíduos compreendem e manipulam conceitos matemáticos.

A percepção, por exemplo, permite que os alunos interpretem informações visuais complexas, enquanto a atenção é fundamental para filtrar estímulos irrelevantes e concentrar-se nas tarefas de aprendizagem. A interação entre esses processos é dinâmica; a capacidade de uma criança de focar a atenção, por sua vez, pode influenciar diretamente os padrões de memorização e o raciocínio lógico (Araújo; Araújo; Luz, 2023).

A memória é um componente essencial nos processos cognitivos, pode ser dividida em memória de curto prazo e memória de longo prazo. A memória de curto prazo é utilizada para reter informações temporariamente, enquanto a memória de longo prazo serve para armazenar conhecimentos adquiridos que serão acessados em situações futuras e na resolução de problemas.

Além disso, a memória de trabalho se destaca por facilitar a manipulação de informações, permitindo que os alunos realizem cálculos mentais, integrem múltiplos elementos em operações matemáticas sem a necessidade de recorrer a lápis e papel.

Entender e aprimorar esses processos cognitivos pode levar a uma abordagem mais significativa e eficaz na Educação Matemática.

O raciocínio e a resolução de problemas são, por sua vez, processos cognitivos que se entrelaçam, contribuindo para o desenvolvimento do pensamento crítico, que é a capacidade de analisar informações, avaliar evidências e examinar argumentos de forma mais rigorosa antes de aceitar uma conclusão. A resolução de problemas não constitui uma atividade isolada, mas envolve a identificação, análise e aplicação de estratégias para encontrar soluções. Na Educação Matemática, essa habilidade é frequentemente cultivada através da prática, repetida e da exposição a diferentes tipos de problemas.

Resultados e discussão

A aproximação entre neurociência, Educação Matemática e práticas pedagógicas, requer o reconhecimento da autonomia epistemológica de cada um desses campos. Dedica-se à compreensão dos mecanismos biológicos e cognitivos envolvidos na aprendizagem. Enquanto a Educação Matemática, constitui um campo interdisciplinar próprio, responsável por investigar os processos culturais, sociais, históricos e pedagógicos relacionados à construção do conhecimento matemático.

Nessa perspectiva, as contribuições da neurociência não substituem os referenciais da Educação Matemática, mas oferecem subsídios complementares para compreender aspectos como atenção, memória, funções executivas, emoções e plasticidade cerebral envolvidos na aprendizagem dos conceitos matemáticos. Conforme destaca Tokuhama-Espinosa (2008; 2014), a transposição dos achados neurocientíficos para a educação exige mediações pedagógicas e não pode ocorrer de forma linear ou determinista.

Por sua vez, amplia essa compreensão ao incorporar dimensões socioculturais, discursivas, críticas da aprendizagem, valorizando práticas como resolução de problemas, modelagem matemática, etnomatemática e construção coletiva do conhecimento. Nesse sentido, a neurociência deve ser compreendida como uma

contribuição complementar e não como fundamento exclusivo das práticas pedagógicas do ensino de matemática.

As práticas pedagógicas fundamentadas em evidências neuroeducacionais envolvem estratégias que favorecem a participação ativa dos estudantes, a utilização de múltiplas representações, a metacognição[4], o feedback contínuo e a consideração das diferenças cognitivas individuais. Tais práticas dialogam tanto com conhecimentos oriundos da neurociência quanto com pressupostos consolidados da Educação Matemática contemporânea.

Principais achados da revisão de literatura

A análise dos 34 trabalhos selecionados permitiu identificar três grandes eixos temáticos que sintetizam as contribuições da neurociência para a Educação Matemática: a) processos neurocognitivos envolvidos na aprendizagem matemática; b) práticas pedagógicas fundamentadas em evidências neuroeducacional; c) desafios relacionados à formação docente e à inclusão educacional.

Observou-se que, a maior parte das pesquisas enfatiza memória de trabalho, atenção, funções executivas e plasticidade cerebral como dimensões relacionadas à aprendizagem matemática. Entretanto, a recorrência desses aspectos não significa que constituam explicações suficientes para o desempenho dos estudantes. A própria literatura revisada demonstra uma tensão entre estudos que privilegiam mecanismos neurocognitivos, perspectivas que ressaltam a necessidade de considerar os contextos pedagógicos, sociais e culturais nos quais a aprendizagem ocorre. Assim, a frequência desses temas no corpus deve ser interpretada como uma tendência da produção analisada, e não como evidência de uma hierarquia explicativa em que os fatores neurobiológicos ocupariam posição superior às demais dimensões da Educação Matemática.

A Educação Matemática, enquanto campo de pesquisa e prática pedagógica, vem passando por intensas transformações ao buscar superar modelos tradicionais

[4] Metacognição é a capacidade de refletir sobre o próprio pensamento e processos cognitivos, ou seja, é pensar sobre o pensar. Envolve a consciência e o controle dos próprios processos mentais, permitindo monitorar, avaliar e regular o aprendizado e a resolução de problemas.

baseados apenas na transmissão de conteúdos. Investiga não só os conceitos, mas também os processos cognitivos, sociais, culturais e neurobiológicos envolvidos na aprendizagem. Nesse contexto, a neuroeducação integra neurociência, psicologia cognitiva e pedagogia, oferecendo subsídios para o aprimoramento das práticas docentes e para o manejo de dificuldades específicas, como a discalculia.

No Brasil, a área deve alinhar-se à Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, à Base Nacional Comum Curricular e as Diretrizes Curriculares Nacionais, que enfatizam competências como resolução de problemas, argumentação lógica, práticas pedagógicas críticas e contextualizadas. Entretanto, persistem desafios, como a ansiedade matemática, a aversão à disciplina, metodologias descontextualizadas e insuficiente formação docente (Rodrigues, 2024; Seixas, 2024).

Sendo assim, contribui com evidências sobre mecanismos envolvidos na aprendizagem, destacando a importância da plasticidade cerebral, memória, atenção e diversidade cognitiva. Estratégias como jogos, tecnologias digitais, atividades metacognitivas favorecem engajamento e inclusão. Contudo, ainda é incipiente a incorporação desses saberes à formação docente, e permanece a visão equivocada da matemática como neutra e isolada.

Superar tais desafios exige atualização curricular, formação continuada, práticas que valorizem diferenças socioculturais e cognitivas. A articulação entre neurociência e Educação Matemática, revela-se caminho promissor para uma abordagem crítica, inclusiva e socialmente relevante.

Contudo, o ensino envolve desafios que vão além da transmissão de conteúdos. As dificuldades de aprendizagem estão frequentemente associadas a barreiras emocionais, cognitivas, como ansiedade, aversão à disciplina, muitas vezes resultantes de experiências escolares negativas e metodologias pouco significativas. A percepção da matemática como abstrata, inacessível gera um ciclo de desmotivação que compromete o desempenho e a autoestima dos estudantes.

A rigidez curricular, a ênfase em avaliações mecânicas reduz oportunidades de compreensão conceitual, e a aplicação prática, que acaba favorecendo uma aprendizagem superficial, bem como abordagens tradicionais centradas na

memorização distanciam os alunos do pensamento crítico e da resolução de problemas. Nesse contexto, práticas inovadoras baseadas na neurociência, como jogos, atividades práticas, recursos digitais, mostram-se bem mais promissoras para promover engajamento e raciocínio lógico.

As desigualdades sociais também impactam o ensino, especialmente em contextos com escassez de recursos pedagógicos e tecnológicos, dificultando o atendimento às necessidades diversas dos estudantes. Tornando-se urgente articular conhecimentos neurocientíficos a metodologias inclusivas e contextualizadas, favorecendo um ensino mais equitativo, motivador, alinhado à diversidade cognitiva e sociocultural.

Quadro 1: Principais tendências identificadas na revisão

Categoria	Principais evidências
Formação docente	Baixo domínio de conhecimentos neuroeducacionais
Metodologias ativas	Maior engajamento e participação discente
Discalculia	Necessidade de intervenções precoces
Ansiedade matemática	Importante fator limitador da aprendizagem

Fonte: Elaboração dos autores a partir da literatura revisada (2025).

A síntese apresentada no Quadro 1, demonstra quatro tendências recorrentes nos estudos analisados sobre as contribuições da neurociência para a Educação Matemática. A primeira, refere-se à formação docente, uma vez que grande parte das pesquisas destaca a insuficiente apropriação dos conhecimentos neuroeducacionais pelos professores, limitando a utilização crítica e fundamentada desses saberes no contexto escolar. Conforme Tokuhama-Espinosa (2008; 2014), a compreensão dos processos cerebrais relacionados à aprendizagem não implica a transformação do professor em neurocientista, mas exige conhecimentos básicos que possibilitem decisões pedagógicas mais consistentes e informadas.

A segunda tendência, diz respeito às metodologias ativas de aprendizagem. Os estudos revisados indicam que estratégias baseadas na resolução de problemas, no uso de jogos, em atividades colaborativas, em recursos tecnológicos são associadas ao maior engajamento dos estudantes e aparecem na literatura como possibilidades para a construção do conhecimento matemático. Contudo, tais práticas não decorrem

exclusivamente das descobertas da neurociência, mas também dialogam com pressupostos consolidados da Educação Matemática, das teorias construtivistas e socioculturais da aprendizagem.

Outra evidência recorrente, está relacionada à discalculia e às dificuldades específicas de aprendizagem matemática. Os trabalhos analisados apontam que o reconhecimento precoce dos sinais desse transtorno, aliado a intervenções pedagógicas adequadas e pode minimizar impactos no desenvolvimento acadêmico dos estudantes. As contribuições da neurociência, nesse contexto, concentram-se na compreensão dos mecanismos cognitivos envolvidos no processamento numérico e na elaboração de estratégias educacionais mais inclusivas (Butterworth, 2005).

Em suma, a ansiedade matemática emerge como um dos principais fatores que comprometem o desempenho dos estudantes. A literatura aponta que aspectos emocionais são relacionados, na literatura analisada, a processos como atenção, memória de trabalho e resolução de problemas, o que demonstra a relevância de considerar ambientes pedagógicos acolhedores e motivadores. Estudos em neuroeducação reforçam que emoções positivas, experiências significativas favorecem a aprendizagem, especialmente em disciplinas tradicionalmente associadas a sentimento de insegurança e fracasso escolar (Immordino-Yang, Yang; Damasio, 2016).

Sob esse viés, essas tendências demonstram que as contribuições da neurociência para a Educação Matemática, ultrapassam a compreensão estritamente biológica da aprendizagem, exigindo articulação com aspectos pedagógicos, emocionais e socioculturais que caracterizam a complexidade dos processos educativos.

Integração da neurociência na educação

A integração da neurociência na educação tem ampliado a compreensão sobre como o cérebro aprende, especialmente na Educação Matemática. O uso de conhecimentos neurocientíficos pode oferecer subsídios para a reflexão sobre práticas pedagógicas, especialmente quando articulado a referenciais educacionais e às características dos contextos de aprendizagem, alinhadas aos processos cognitivos dos

estudantes. A análise das estruturas cerebrais envolvidas no aprendizado, como o lobo parietal — essencial na manipulação numérica e nas habilidades espaciais — sugere sua participação em processos cognitivos relacionados ao desempenho em determinadas tarefas matemáticas.

A literatura revisada sugere que determinados conhecimentos sobre processos cognitivos podem dialogar com estratégias pedagógicas já discutidas no campo da Educação Matemática. Abordagens como a prática distribuída, o feedback e a diversificação de representações são apresentadas em parte dos estudos como possibilidades relacionadas à atenção, à memória e à autorregulação. Entretanto, tais estratégias não podem ser atribuídas exclusivamente à neurociência, pois possuem antecedentes e fundamentação em diferentes teorias educacionais. Sua utilização pedagógica depende, portanto, da intencionalidade docente, das características dos estudantes e das condições concretas de ensino.

A intersecção entre neurociência e Educação Matemática, tem possibilitado discutir estratégias que consideram aspectos relacionados à atenção, à memória, às funções executivas e à neuroplasticidade. Estratégias como ensino explícito, materiais manipulativos, retorno contínuo, tecnologias educacionais adaptativas aparecem na literatura como possibilidades de organização do ensino, mas não são exclusivas da neurociência e nem permitem isoladamente estabelecer efeitos sobre a aprendizagem. Sua pertinência pedagógica depende dos objetivos de ensino, da mediação docente, das características dos estudantes e das condições concretas dos contextos educativos.

Limites, tensões e possibilidades da aproximação entre Neurociência e Educação Matemática

Embora as contribuições da neurociência para a educação sejam relevantes, diversos autores alertam para os riscos de interpretações reducionistas e deterministas dos achados científicos. A simples compreensão do funcionamento cerebral não produz, automaticamente, melhorias nas práticas pedagógicas, uma vez que os processos educativos envolvem dimensões culturais, sociais, históricas e afetivas que extrapolam explicações exclusivamente biológicas.

Tokuhama-Espinosa (2014; 2017), destaca que a neuroeducação deve ser construída a partir do diálogo interdisciplinar entre neurociência, psicologia e educação, evitando a disseminação de neuromitos amplamente presentes no contexto escolar, como a ideia de que indivíduos utilizam apenas determinadas áreas do cérebro ou que existam estilos de aprendizagem rigidamente determinados pela organização neural (Howard-Jones, 2014).

Na Educação Matemática, tais cuidados tornam-se ainda mais importantes, pois a aprendizagem dos conceitos matemáticos envolve práticas discursivas, interações sociais, experiências culturais e processos de construção de significados que não podem ser reduzidos apenas à atividade cerebral. Assim, as contribuições devem ser compreendidas como elementos complementares às teorias educacionais já consolidadas.

A literatura analisada, contudo, não apresenta uma posição homogênea acerca do lugar da neurociência na Educação Matemática. Enquanto parte dos estudos enfatiza a possibilidade de compreender processos como atenção, memória de trabalho, funções executivas e processamento emocional, outros trabalhos alertam para os limites epistemológicos e pedagógicos de se converterem achados sobre o funcionamento cerebral em recomendações didáticas. Essa diferença não representa apenas uma divergência metodológica, mas revela uma tensão entre diferentes níveis de explicação da aprendizagem: o neurobiológico, voltado aos mecanismos cognitivos e cerebrais; e o educacional, que considera também relações sociais, culturais, históricas, linguísticas e pedagógicas. Assim, a principal contribuição identificada na literatura não parece residir na substituição dos referenciais da Educação Matemática por explicações neurocientíficas, mas na possibilidade de estabelecer diálogos interdisciplinares criticamente mediados.

A análise do corpus permite identificar, portanto, uma tensão central: quanto mais os achados neurocientíficos são apresentados como fundamento direto para determinadas práticas, maior é o risco de reduzir a complexidade da aprendizagem matemática a processos individuais localizados no cérebro. Por outro lado, desconsiderar completamente as contribuições da neurociência também pode limitar a

compreensão de dimensões cognitivas relevantes para a aprendizagem. O desafio está, portanto, em estabelecer uma relação de complementaridade, e não de subordinação, entre os campos. Nesse caminho, os conhecimentos neurocientíficos podem contribuir para ampliar determinadas interpretações sobre atenção, memória, emoções e funções executivas, mas sua relevância pedagógica depende da mediação realizada pelos conhecimentos próprios da Educação Matemática e das condições concretas de cada contexto educativo.

Essa tensão também aponta que a chamada "aplicação" da neurociência à educação não deve ser compreendida como uma operação de transferência automática de resultados laboratoriais para a sala de aula. Um achado sobre determinado mecanismo cognitivo não constitui, por si só, uma prescrição metodológica. Entre a produção do conhecimento neurocientífico e a prática pedagógica, existem diferentes níveis de interpretação, nos quais intervêm concepções de aprendizagem, objetivos curriculares, características dos estudantes, condições institucionais e relações socioculturais. Assim, a literatura revisada sugere que a contribuição é mais consistente quando utilizada como elemento de diálogo e problematização do que quando convertida em justificativa única para determinada estratégia de ensino.

Estratégias de aprendizagem

As estratégias de aprendizagem discutidas na literatura revisada podem ser relacionadas a conhecimentos produzidos pela neurociência sobre processos cognitivos envolvidos na aprendizagem matemática. A neuroplasticidade, ou capacidade do cérebro de reorganizar-se e formar novas conexões sinápticas, é apresentada na literatura como um processo relacionado à consolidação e reorganização das aprendizagens e a compreensão conceitual. Práticas como a distribuição do estudo ao longo do tempo (prática distribuída) e a prática intercalada (interleaving) podem favorecer processos relacionados à consolidação de informações na memória de longo prazo e a flexibilidade cognitiva, facilitando a aplicação de conceitos em contextos variados. O retorno imediato é apresentado na literatura como

recurso que pode apoiar ajustes durante a realização das tarefas e favorecer processos de autorregulação e envolvimento com a aprendizagem.

Além dos aspectos cognitivos, a neuroeducação evidencia o papel das emoções no processo de aprendizagem, destacando sua influência na tomada de decisão, no engajamento e na motivação. Ações educacionais, que consideram tanto dimensões cognitivas quanto afetivas são discutidas na literatura como possibilidades para favorecer experiências educativas mais significativas e inclusivas. Embora sua efetividade submeta-se das condições de implementação e das características dos contextos escolares, favorecendo o desenvolvimento de habilidades matemáticas e a autonomia intelectual dos estudantes. Conforme Freire (1996, p. 35), a prática docente requer compreensão clara das dimensões que constituem a ação educativa, fortalecendo a segurança do professor e permitindo a integração de teoria, prática e contexto sociocultural na mediação do aprendizado. Uma esquematização possível do conceito é ilustrada na Figura 2.

Figura 1: Esquematização de conceitos



Fonte: Tokuhama Espinosa 2008.

Segundo D'Ambrosio (1997; 2020), a aprendizagem matemática deve considerar os contextos culturais e as práticas sociais dos sujeitos, aspecto que amplia a compreensão estritamente neurobiológica dos processos educativos. Para Skovsmose (2007), a matemática não constitui um conhecimento neutro, mas está relacionada às práticas sociais e à formação crítica dos indivíduos. Desse modo, as contribuições da

neurociência devem estabelecer um diálogo com as perspectivas sociopolíticas presentes no campo da Educação Matemática.

Ainda neste sentido, ao discutir estratégias pedagógicas voltadas ao ensino de matemática, torna-se imprescindível reconhecer a importância de ambientes educativos que favoreçam a reflexão crítica sobre o processo de aprendizagem. Nesse contexto, o erro deve ser concebido não como fracasso, mas como oportunidade para o aprimoramento cognitivo e para o desenvolvimento de novas competências. Conforme afirma Costa (2023). Em um contexto de aprendizagem mediado pela neurociência, pensar de forma crítica e reflexiva é desafiador, pois exige recursos cognitivos extras que demandam esforço e tempo; em contrapartida, existem estratégias didáticas, especialmente relacionadas à motivação e à solução de problemas, capazes de potencializar a aprendizagem.

O desenvolvimento de habilidades matemáticas constitui alicerce essencial da formação educacional, ultrapassando a simples aquisição de conteúdos técnicos. Entre essas habilidades, o raciocínio lógico destaca-se por permitir a organização e a sistematização de informações, conduzindo a respostas coerentes e sustentadas por premissas iniciais. Tal competência, intimamente relacionada à resolução de problemas, viabiliza a aplicação prática do conhecimento matemático em situações diversas, promovendo a autonomia intelectual e o pensamento crítico.

Neste sentido, a temática tem contribuído de forma significativa para compreender os mecanismos cerebrais envolvidos para o letramento matemático. Estudos indicam que áreas como o giro angular são ativadas em tarefas que exigem raciocínio lógico, sendo sua ativação proporcional ao nível de envolvimento cognitivo dos estudantes. Outro aspecto relevante refere-se a estratégias pedagógicas que exploram jogos matemáticos, desafios lógicos, problemas contextualizados são discutidas na literatura como possibilidades para ampliar o engajamento e favorecer processos relacionados à aprendizagem matemática. A prática contínua da resolução de problemas, aliada a devolutivas construtivas, amplia a compreensão conceitual e fortalece competências que transcendem a aplicação mecânica de fórmulas.

Pesquisas recentes também discutem programas educacionais que integram raciocínio lógico e resolução criativa de problemas, apontando resultados promissores em determinados contextos acadêmicos. O pensamento analítico e lógico é uma habilidade basilar da Educação Matemática e do pensamento crítico, vinculada a processos cerebrais complexos mediados pelas funções executivas — memória de trabalho, controle inibitório e flexibilidade cognitiva. Esses mecanismos possibilitam manipular informações, estabelecer relações entre conceitos distintos, construir inferências e conduzir a um pensamento lógico mais robusto.

As práticas pedagógicas que incorporam o raciocínio lógico demonstram impacto positivo tanto no engajamento quanto no aprofundamento da aprendizagem. Atividades como jogos, quebra-cabeças e desafios matemáticos são discutidas na literatura como recursos capazes de mobilizar diferentes processos cognitivos, especialmente quando articuladas à metacognição e à mediação docente, reduzindo a tendência à memorização superficial. A diversidade metodológica contribui para atender a diferentes perfis de aprendizagem, especialmente quando aliada ao uso da metacognição. Ao refletirem sobre seus próprios processos de pensamento, os estudantes fortalecem sua autonomia, ampliam sua capacidade de autorregulação e desenvolvem competências transferíveis para múltiplos contextos.

A integração dos conhecimentos com metodologias pedagógicas inovadoras contribui para a criação de um ambiente educacional que prioriza a aprendizagem significativa, desenvolve as habilidades de pensamento e prepara os estudantes para lidar com as demandas acadêmicas e sociais de uma sociedade em permanente transformação.

Motivação e Aprendizagem de Matemática

A motivação constitui uma dimensão relevante da aprendizagem matemática, sendo discutida na literatura em articulação com aspectos cognitivos, emocionais e contextuais. A literatura neuroeducacional oferece elementos para compreender como diferentes dimensões da motivação podem relacionar-se ao envolvimento dos estudantes com a matemática.

A motivação intrínseca, que surge do interesse e da satisfação pessoal em aprender, é frequentemente ligada a um melhor desempenho acadêmico e a uma maior persistência nas tarefas desafiadoras. A literatura relaciona a motivação intrínseca ao envolvimento e à persistência diante de tarefas desafiadoras, embora a explicação desses fenômenos não possa ser reduzida exclusivamente à ativação de circuitos neuronais. Por outro lado, a motivação, que se baseia em recompensas externas, como notas e elogios, pode, em certas ocasiões, resultar em um interesse superficial, limitando a exploração e a curiosidade que são essenciais para um aprendizado profundo.

> Outro fator relevante é a relação entre a motivação e a autoeficácia, um conceito que se refere à crença que um indivíduo tem em sua capacidade de executar tarefas específicas. Estudos mostram que alunos com altos níveis de autoeficácia tendem a demonstrar mais resiliência diante das dificuldades, contribuindo assim para um ciclo de aprendizagem positivo. Para aumentar a motivação e a autoeficácia em matemática, educadores podem implementar estratégias que promovam a autonomia dos estudantes, a definição de metas realistas e o reconhecimento de pequenos sucessos. Tais abordagens não apenas favorecem a construção de um ambiente de aprendizagem mais engajante, mas também se alinham com os princípios neuroeducacionais que sublinham a importância de um aprendizado significativo e contextualizado (Oliveira, 2024, p. 20).

A motivação, moldada por fatores externos e internos, desempenha papel central no processo de aprendizagem matemática. A compreensão dos mecanismos neurológicos que a sustentam possibilita a elaboração de abordagens pedagógicas capazes de despertar o interesse genuíno pela disciplina, favorecendo um aprendizado mais efetivo. Conforme aponta Júnior *et al.* (2023), a construção de ambientes educativos que estimulem tanto a motivação intrínseca quanto a autoeficácia é associada, na literatura, a maior persistência diante das tarefas e a experiências de aprendizagem mais positivas, mas também em uma apreciação duradoura da matemática, permitindo aos estudantes reconhecerem sua relevância e aplicabilidade cotidiana. Essa percepção reforça a necessidade de repensar metodologias de ensino, integrando descobertas da neurociência às práticas pedagógicas inovadoras.

Nesse cenário, tecnologias educacionais e jogos matemáticos têm se consolidado como instrumentos relevantes em intervenções pedagógicas. Tais recursos, além de promoverem engajamento dinâmico, oferecem retorno imediato, recurso que pode apoiar processos de acompanhamento, autorregulação e revisão das estratégias utilizadas pelos estudantes. Atividades lúdicas centradas na resolução de problemas evidenciam impacto positivo na motivação dos estudantes, promovendo maior empenho nas tarefas e desempenho superior em avaliações.

Outro aspecto fundamental das intervenções educacionais refere-se à personalização do ensino. O reconhecimento das diferenças individuais no processamento cognitivo, permite que os educadores adaptem metodologias e conteúdos às necessidades específicas dos alunos, em especial daqueles que apresentam dificuldades de aprendizagem. Essa adaptação pode ampliar as possibilidades de participação e acesso ao conhecimento matemático, desde que articulada às características dos estudantes, aos objetivos pedagógicos e às condições concretas de ensino.

A implementação de intervenções na matemática, deve adotar uma abordagem holística, que considere não apenas técnicas didáticas, mas também as características neuropsicológicas dos aprendizes. A formação contínua dos professores constitui uma dimensão relevante nesse processo, pois lhes fornece subsídios para alinhar estratégias pedagógicas às evidências da neurociência, criando experiências de ensino que dialoguem com o funcionamento cerebral dos alunos. Assim, a integração dos princípios neurocientíficos ao ensino matemático pode ampliar as possibilidades de construção de práticas mais acessíveis, significativas e inclusivas.

No campo da formação docente, a capacitação contínua emerge como elemento crítico. Oficinas e cursos que articulem conhecimentos neurocientíficos à prática pedagógica podem motivar professores a adotar metodologias inovadoras, fundamentadas em evidências sociais, emocionais e cognitivas. Essa perspectiva contribui para a criação de ambientes positivos, colaborativos e capazes de favorecer o engajamento ao discente, além de demandar a revisão de materiais didáticos. A inclusão de recursos multimídia, jogos e atividades que estimulem o raciocínio lógico e

crítico, conforme defende Oliveira (2023), amplia as conexões sinápticas associadas ao aprendizado matemático.

O currículo de formação docente, nesse sentido, deve incorporar tanto fundamentos teóricos da neurociência quanto práticas baseadas em evidências. Estratégias adaptativas, que considerem a capacidade de atenção e memória dos alunos, favorecem a compreensão de conceitos complexos. De igual modo, tecnologias educacionais alinhadas a princípios neurocientíficos, como aplicativos e simulações interativas, podem enriquecer a experiência educacional, estimulando motivação, retenção de informações e habilidades.

Além disso, a formação continuada precisa acompanhar os avanços constantes da neurociência. Esse processo não deve ser concebido como uma obrigação, mas como oportunidade para que professores se tornem facilitadores mais eficazes, ajustando suas práticas às demandas cognitivas dos alunos. Ao incorporar práticas fundamentadas na temática, os docentes fortalecem a inclusão educacional, preparam os discentes para realizar as atividades com maior confiança e competência.

Outro ponto relevante consiste na elaboração de materiais didáticos que estabeleçam conexões entre conceitos matemáticos e situações do cotidiano. Essa estratégia potencializa a retenção de informações e estimula a aplicação prática do conhecimento. Jogos e atividades em cenários interativos, participativos, por exemplo, contribuem para um ambiente de aprendizagem que, além de motivador, desafia os educandos a mobilizar habilidades de resolução de problemas em contextos autênticos.

A adaptabilidade desses materiais também se apresenta como fator crucial. Achados neurocientíficos apontam que a personalização do ensino, por meio da regulação do nível de dificuldade, da variedade de problemas, favorece um processo de aprendizagem mais inclusivo e significativo. A produção de recursos pedagógicos pode dialogar com conhecimentos científicos sobre processos cognitivos, sem que essa aproximação, por si só, assegure resultados de aprendizagem.

Aplicações discutidas na literatura: tecnologia, inclusão e aprendizagem matemática

Nos últimos anos, a interface entre neurociência e Educação Matemática tem ampliado o debate sobre diferentes possibilidades de compreensão dos processos de ensino e aprendizagem. Essas concepções articulam descobertas científicas sobre os mecanismos cerebrais da aprendizagem com metodologias pedagógicas inovadoras. Demonstrando que distintas áreas do cérebro são ativadas em contextos variados de resolução de problemas matemáticos, o que indica a necessidade de estratégias diversificadas que podem ampliar as possibilidades de exploração e compreensão dos conteúdos matemáticos. Nesse sentido, recursos como visualizações gráficas e a manipulação de materiais concretos podem estimular canais de aprendizagem visual e cinestésica, favorecendo especialmente estudantes em etapas iniciais de escolarização, que tendem a se engajar mais efetivamente por meio dessas abordagens (Chaves; Adimatti; Machado, 2023).

Um conceito central nessa intersecção é a plasticidade cerebral, que evidencia a capacidade do cérebro de se reorganizar e adaptar diante de novas experiências. Tal princípio tem sido relacionado à possibilidade de que experiências pedagógicas precoces e contínuas participem do desenvolvimento de competências matemáticas. Metodologias e abordagens que valorizam a distribuição das atividades ao longo do tempo, em vez da concentração dos estudos em períodos específicos, podem apresentar resultados mais favoráveis, visto que contribuem para a consolidação da memória e o desenvolvimento do raciocínio matemático. Nesse contexto, o fornecimento de retorno imediato e o uso de reforços positivos constituem elementos fundamentais para o engajamento e a motivação, criando ciclos de aprendizagem mais consistentes e duradouros (Menezes *et al.*, 2024).

Essas inovações pedagógicas não apenas reforçam a necessidade de personalização do ensino, mas também sublinham a importância de ambientes de aprendizagem mais inclusivos. A literatura educacional e neuroeducacional reconhece a heterogeneidade dos estudantes e a necessidade de considerar diferenças individuais, sem pressupor a existência de estilos de aprendizagem rígidamente determinados por características neurais. O uso de tecnologias educacionais

interativas, possibilita experiências adaptativas ajustadas às necessidades individuais, ampliando a compreensão conceitual e fortalecendo o raciocínio. A integração dessas práticas ressignifica o ensino da matemática, configurando-a como um campo de investigação mais acessível, contextualizado e intelectualmente significativo, favorecendo a construção de aprendizagens mais consistentes, aprofundadas e duradouras.

Nesse processo, a interdisciplinaridade emerge como princípio estruturante. Ao invés de tratar a matemática como disciplina isolada, a integração com áreas como ciências, artes e tecnologia potencializa a assimilação de conceitos e favorece aprendizagens contextualizadas. Evidências mostram que o funcionamento cerebral ocorre de maneira interconectada, de modo que habilidades desenvolvidas em uma área reverberam em outras, podendo fortalecer um aprendizado mais abrangente. Projetos de engenharia, práticas artísticas ou programações computacionais que incorporam conceitos matemáticos exemplificam como a aplicação interdisciplinar reforça a relevância da disciplina, aproximando os estudantes de situações concretas.

De maneira complementar, ambientes interdisciplinares podem ampliar as oportunidades de articulação entre diferentes formas de representação e diferentes campos de conhecimento. Ao combinar linguagem matemática com representações gráficas, algoritmos ou narrativas científicas, os estudantes podem mobilizar diferentes estratégias de pensamento, favorecendo aprendizagens contextualizadas e o desenvolvimento do pensamento crítico e criativo.

A utilização simultânea de recursos visuais, auditivos, táteis e linguísticos tem sido discutida como possibilidade para diversificar as formas de representação e exploração dos conteúdos matemáticos. O emprego de múltiplas representações, como diagramas, objetos manipuláveis e explicações verbais, cria diferentes rotas neurais para a compreensão de um mesmo conceito, ampliando a retenção e a flexibilidade cognitiva no uso do conhecimento matemático.

No entanto, um dos grandes desafios identificados é a ansiedade matemática, condição que afeta expressivo número de estudantes em nível global. De acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), muitos alunos

do ensino médio em países avaliados manifestam esse quadro, inclusive no Brasil esse índice representa um cenário alarmante (OCDE, 2024). A ansiedade matemática corresponde a um fenômeno neuropsicológico que envolve a ativação da amígdala e a sobrecarga do córtex pré-frontal, comprometendo a memória de trabalho e, consequentemente, o raciocínio lógico.

Caracterizada por sentimentos de tensão, medo e desconforto em situações que exigem o uso da matemática, essa condição pode ser agravada por experiências escolares negativas, práticas pedagógicas rígidas, comparações sociais e ausência de apoio emocional. Alunos inseridos nesse contexto podem desenvolver resistência em relação à disciplina, dificultando a construção e a consolidação da aprendizagem, além de limitar o desenvolvimento de habilidades cognitivas essenciais, especialmente aquelas relacionadas à capacidade de solucionar problemas.

Pesquisas reforçam a dimensão do problema e suas repercussões. Stella (2021), aponta que, cerca de 20% dos estudantes apresentam ansiedade matemática em níveis clínicos em 63 dos 64 sistemas educacionais investigados. Intervenções, como o treinamento da memória de trabalho, têm apresentado resultados promissores (Daneman; Carpenter, 1980). Ademais, investigações em neurociência cognitiva identificaram que a conectividade entre o hipocampo e o córtex parietal está fortemente associada ao sucesso no aprendizado numérico (Supekar, 2021), sugerindo bases neurais cruciais para a formação de competências matemáticas.

Assim, a integração entre neurociência e Educação Matemática não apenas amplia a compreensão dos processos cognitivos envolvidos no aprendizado, mas também aponta caminhos inovadores para práticas pedagógicas mais inclusivas, motivadoras e eficazes, capazes de transformar a relação dos estudantes com a disciplina.

Quadro 2 – Síntese das principais evidências identificadas na literatura sobre neurociência e aprendizagem matemática

Eixo temático	Evidências identificadas na literatura	Principais autores
Ansiedade matemática	Emoções negativas podem comprometer a memória de trabalho e o desempenho em tarefas matemáticas, exigindo ambientes pedagógicos acolhedores e motivadores.	Stella (2021); OCDE (2024)
Memória de trabalho	O fortalecimento da memória de trabalho favorece a resolução de problemas e a aprendizagem de conceitos matemáticos complexos.	Daneman e Carpenter (1980)
Neuroplasticidade	A prática contínua e intervenções pedagógicas adequadas contribuem para a formação de novas conexões neurais relacionadas à aprendizagem matemática.	Tokuhama-Espinosa (2014); Dehaene (2012)
Conectividade cerebral	A interação entre diferentes áreas cerebrais está associada ao desenvolvimento das habilidades numéricas e do raciocínio lógico.	Supekar et al. (2021)
Tecnologias educacionais	Recursos digitais interativos potencializam o engajamento, a motivação e a personalização da aprendizagem matemática.	Sousa; Alves (2017); Immordino-Yang, Yang; Damasio (2016)
Inclusão educacional	Estratégias neuroeducacionais favorecem o atendimento a estudantes com diferentes necessidades cognitivas e transtornos específicos de aprendizagem.	Butterworth (2005); Menezes *et al.* (2024)

Fonte: Elaboração dos autores a partir da síntese da literatura revisada (2025).

A análise dos estudos selecionados permitiu sistematizar algumas evidências recorrentes sobre a relação entre neurociência e aprendizagem matemática, apresentadas no Quadro 2. Ressalta-se, que tais evidências correspondem a uma síntese qualitativa da literatura revisada e não a resultados empíricos produzidos pela presente investigação. É importante observar, entretanto, que a recorrência de determinada evidência no corpus não equivale à comprovação de sua eficácia pedagógica em diferentes contextos. Como se trata de uma revisão qualitativa, os achados permitem identificar tendências, aproximações e divergências na produção analisada, mas não permitem estabelecer relações causais entre determinado mecanismo neurocognitivo e uma estratégia específica de ensino. Essa distinção é

particularmente relevante porque parte da literatura tende a aproximar evidências cognitivas de recomendações pedagógicas sem explicitar suficientemente as mediações necessárias entre esses dois níveis de conhecimento.

Observa-se que a ansiedade matemática, constitui um dos fatores mais recorrentes na literatura, sendo associada a impactos negativos sobre a memória de trabalho e o desempenho na resolução de problemas. Estudos recentes indicam que ambientes pedagógicos acolhedores e práticas que valorizem o erro como oportunidade de aprendizagem podem minimizar tais efeitos e favorecer maior engajamento dos estudantes (Stella, 2021).

Outra evidência relevante refere-se à importância da memória de trabalho para o desenvolvimento das competências matemáticas. Conforme Daneman e Carpenter (1980), a capacidade de manipular e integrar informações simultaneamente influencia diretamente a compreensão de conceitos abstratos e a resolução de tarefas complexas. Nesse contexto, a literatura associa a prática gradual e o acompanhamento contínuo ao desenvolvimento de determinadas habilidades cognitivas, embora os estudos analisados não permitam afirmar que esses recursos, isoladamente, produzem tais efeitos em diferentes contextos educacionais.

Os estudos também enfatizam o papel da neuroplasticidade, indicando que a construção de conhecimento matemático pode ser potencializada por meio de experiências diversificadas, intervenções precoces e práticas pedagógicas consistentes. Entretanto, tais contribuições não devem ser compreendidas de forma determinista, mas articuladas aos referenciais e às especificidades socioculturais dos contextos escolares.

A literatura destaca a relevância das tecnologias educacionais, das práticas inclusivas como instrumentos capazes de atender à diversidade neurocognitiva dos estudantes. Recursos tecnológicos interativos, materiais didático-manipulativos e estratégias metodológicas diferenciadas podem potencializar o envolvimento dos estudantes no processo educativo, ampliando as condições para a elaboração, apropriação e consolidação dos conhecimentos matemáticos. Nessa perspectiva, a articulação criteriosa entre os pressupostos da neurociência e os fundamentos da

Educação Matemática evidencia-se como uma possibilidade relevante para subsidiar práticas pedagógicas mais intencionais, equitativas e cognitivamente fundamentadas.

A metacognição é outra estratégia importante influenciada pela neuroeducação. Estimular os alunos a pensar sobre seus próprios processos de pensamento, por exemplo, ao explicarem como chegaram à solução de um problema. Constitui outra estratégia recorrente na literatura relacionada à neuroeducação. Estimular os estudantes a refletirem sobre seus próprios processos de pensamento, por exemplo, ao explicarem como chegaram à solução de um problema, pode favorecer processos de planejamento, monitoramento e tomada de decisão associados às funções executivas (Munro, 2014).

Professores que promovem a reflexão sobre os erros, em vez de tratá-los exclusivamente como fracasso, contribuem para a formação de alunos mais autônomos e confiantes no raciocínio matemático. A inclusão de conhecimentos neuroeducacionais na formação docente pode contribuir para que essas abordagens sejam compreendidas e apropriadas criticamente. Como afirma Sousa e Alves (2017), os professores não precisam se tornar neurocientistas, mas devem entender o suficiente sobre o cérebro para tomar decisões pedagógicas informadas.

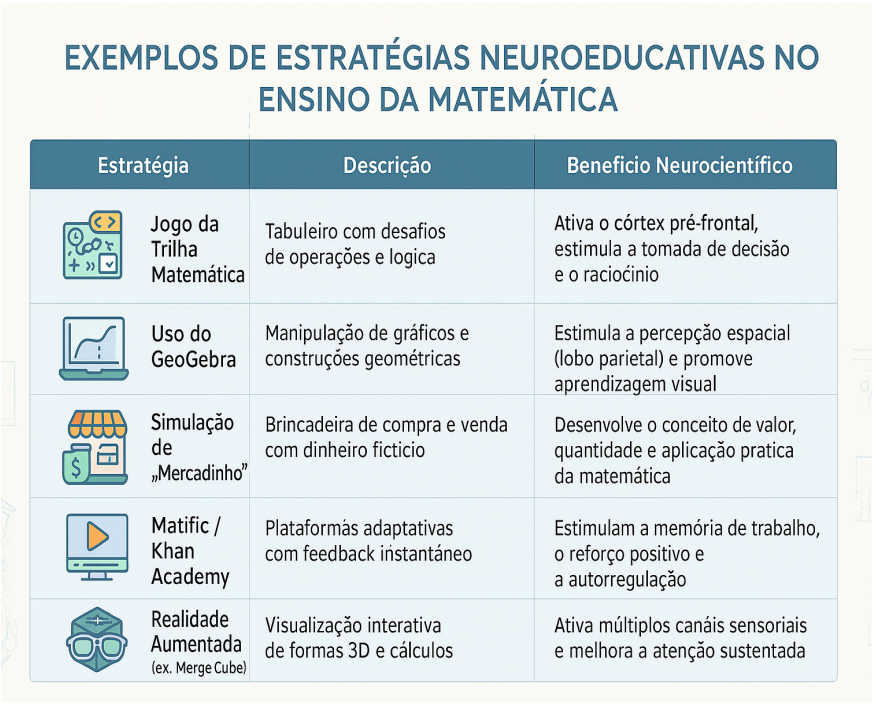
A crescente integração das tecnologias digitais na educação tem proporcionado novas formas de ensinar e aprender matemática. Quando aliada aos princípios da neurociência, a tecnologia pode constituir um recurso pedagógico relevante, sobretudo quando integrada a objetivos de aprendizagem claramente definidos e a estratégias de mediação docente, respeitando as características, necessidades dos estudantes e articulando recursos digitais a objetivos de aprendizagem definidos e à mediação docente.

Parte da literatura neuroeducacional atribui relevância às experiências multissensoriais, interativas e contextualizadas, mas essa proposição deve ser interpretada com cautela, uma vez que a aprendizagem não pode ser explicada exclusivamente pelas características dos estímulos apresentados aos estudantes.

Segundo Dehaene (2012), a aprendizagem matemática ativa diversas regiões cerebrais, como o córtex pré-frontal (relacionado à resolução de problemas), o sulco

intraparietal (SIP) [5] (associado à noção de quantidade) e o giro angular[6] (ligado à memória verbal). Ferramentas digitais que exploram visualizações, desafios lógicos e retorno em tempo real podem mobilizar diferentes processos cognitivos envolvidos na aprendizagem matemática, embora não se possa inferir, apenas a partir disso, aumento da retenção dos conteúdos.

Figura 2: Estratégias neuroeducativas para o ensino e a aprendizagem da matemática



Fonte: Elaboração própria dos autores, com base em de Sousa e Alves (2017), Tokuhama-Espinosa (2017), Dehaene (2012) e Butterworth (2005).

A Figura 2, apresenta uma sistematização conceitual das principais estratégias neuroeducativas identificadas na literatura revisada, suas possíveis contribuições para o ensino e a aprendizagem da matemática. Ressalta-se, que o modelo não representa resultados empíricos produzidos pela presente pesquisa, mas uma síntese interpretativa elaborada a partir dos referenciais teóricos analisados.

Os estudos examinados indicam que elementos como neuroplasticidade, atenção, memória, motivação e processamento emocional constituem aspectos

[5] O sulco intraparietal é uma estrutura anatômica no cérebro humano, localizada na região do lobo parietal, que desempenha um papel crucial em diversas funções cognitivas e motoras.
[6] O giro angular é uma região do lobo parietal inferior do cérebro, com formato de ferradura, que desempenha um papel crucial na integração de informações sensoriais e cognitivas.

relevantes para a compreensão da aprendizagem matemática. Todavia, tais fatores não determinam isoladamente o desempenho dos estudantes, devendo ser articulados às dimensões pedagógica, sociais e culturais que caracterizam a Educação Matemática como campo de conhecimento autônomo.

Estratégias como o uso de jogos, materiais manipulativos, tecnologias digitais, práticas metacognitivas e resolução de problemas aparecem de forma recorrente na literatura como possibilidades pedagógicas que dialogam tanto com pressupostos neuroeducacionais quanto com abordagens contemporâneas da Educação Matemática. Essas práticas favorecem a participação ativa dos estudantes, estimulam diferentes processos cognitivos e contribuem para a construção de aprendizagens mais significativas e inclusivas.

Entretanto, conforme adverte Tokuhama-Espinosa (2014), a incorporação dos conhecimentos neurocientíficos ao contexto escolar deve ocorrer de maneira crítica, evitando interpretações deterministas ou a disseminação de neuromitos educacionais. Assim, as contribuições da neurociência devem ser compreendidas como elementos complementares às teorias pedagógicas e às práticas docentes, e não como soluções universais para os desafios do ensino da matemática.

O uso de tecnologias digitais no ensino de matemática tem se consolidado como uma estratégia pedagógica inovadora e alinhada às evidências da neurociência. Softwares como o GeoGebra possibilita a exploração dinâmica de conceitos geométricos, algébricos e estatísticos, favorecendo a manipulação de formas e gráficos de modo a estimular a percepção espacial. Essa abordagem pode ampliar as possibilidades de exploração visual e dinâmica de determinados conceitos matemáticos, especialmente quando articulada a estratégias de mediação adequadas (Butterworth, 2010). De modo semelhante, plataformas adaptativas como Khan Academy e Matific oferecem percursos personalizados com base no desempenho individual, constituindo recursos que podem dialogar com discussões neuroeducacionais sobre adaptação e progressão das tarefas (Sousa; Alves, 2017).

Os estudos analisados convergem ao indicar que os jogos digitais podem favorecer o engajamento e a motivação dos estudantes, sobretudo por incorporarem

mecanismos de retorno imediato e resolução de problemas (Immordino-Yang; Yang; Damasio, 2016). Contudo, tais resultados não autorizam generalizações sobre sua eficácia em qualquer contexto educacional, uma vez que fatores como formação docente, infraestrutura escolar e intencionalidade pedagógica também influenciam significativamente a aprendizagem matemática. A revisão realizada permite concluir que as tecnologias digitais constituem recursos potencializadores do ensino, mas não substituem os fundamentos didáticos próprios. Recursos de realidade aumentada e virtual ampliam as possibilidades pedagógicas ao permitir a imersão em cenários matemáticos tridimensionais. Evidências recentes da neuroeducação são discutidas na literatura em relação à atenção sustentada (Tokuhama-Espinosa, 2017).

Entre as possibilidades pedagógicas discutidas na literatura da integração tecnológica no ensino da matemática, destacam-se: 1) a estimulação de múltiplos canais sensoriais (visual, auditivo e sinestésico), que amplia a codificação e a recuperação da informação; 2) o fortalecimento das conexões sinápticas pela repetição espaçada e pelo retorno imediato; 3) a promoção da autonomia e da autorregulação, permitindo ao estudante progredir em seu próprio ritmo; e 4) a redução da ansiedade matemática, uma vez que os ambientes digitais lúdicos oferecem oportunidades de experimentação sem julgamento, favorecendo a construção de confiança.

Nesse cenário, os conhecimentos produzidos pela neurociência podem contribuir para ampliar a compreensão de determinadas características cognitivas associadas às necessidades educacionais específicas como as de estudantes como aqueles diagnosticados com Transtorno do Espectro Autista (TEA), Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) ou dislexia, sem, contudo, substituir os referenciais pedagógicos e inclusivos próprios da educação. Estudantes com TEA frequentemente apresentam dificuldades de comunicação, interação social e comportamentos repetitivos, enquanto os com TDAH podem manifestar desatenção, impulsividade e hiperatividade, impactando diretamente o desempenho escolar. Essas condições exigem adaptações pedagógicas específicas, sobretudo em disciplinas que demandam raciocínio lógico e abstração, como a matemática.

De acordo com Menezes *et al.* (2024), os avanços neurocientíficos permitiram maior compreensão de processos cognitivos como memória de trabalho, atenção e habilidades visuoespaciais, especialmente em estudantes com necessidades educacionais especiais. As práticas pedagógicas devem contemplar a diversidade dos perfis cognitivos dos estudantes, reconhecendo suas especificidades individuais e levando em consideração as características socioculturais e educacionais dos contextos em que se encontram inseridos. Para Bertol *et al.* (2025), o uso de recursos multissensoriais e tecnologias digitais potencializam a aprendizagem matemática ao tornar os conteúdos mais concretos, visuais e interativos, ativando múltiplas áreas cerebrais e facilitando a retenção do conhecimento. Em relação ao TDAH, Santos (2025), destacam que a fragmentação das tarefas matemáticas em etapas menores, associada a estímulos lúdicos, pode minimizar as dificuldades de atenção sustentada e ampliar a motivação do estudante.

A literatura enfatiza ainda o papel da neuroplasticidade na inclusão educacional. Freitas e Ribeiro (2018), ressaltam que a plasticidade cerebral possibilita o desenvolvimento de novas conexões neurais por meio de práticas pedagógicas direcionadas, ampliando as possibilidades de compreensão e organização de práticas pedagógicas diante de diferentes necessidades educacionais. Todavia, como alertam Santos e Rodrigues (2024), é imprescindível que haja formação docente contínua e especializada, de modo que os professores estejam preparados para aplicar os conhecimentos da neurociência em sala de aula. Tal formação constitui uma condição relevante para que se efetive um ensino de matemática inclusivo, inovador e de qualidade.

Considerações finais

A presente revisão revela que a neurociência oferece contribuições relevantes para ampliar a compreensão de processos cognitivos e emocionais relacionados à aprendizagem matemática, especialmente no que se refere à atenção, à memória de trabalho, às funções executivas, às emoções e à plasticidade cerebral. Entretanto, os estudos analisados não permitem compreender esses processos como determinantes

isolados do desempenho matemático, uma vez que a aprendizagem ocorre em contextos pedagógicos, sociais, culturais e históricos específicos. Nesse sentido, estratégias como jogos, múltiplas representações, resolução de problemas e práticas metacognitivas aparecem na literatura como possibilidades de diálogo entre conhecimentos neurocientíficos e referenciais consolidados da Educação Matemática, e não como prescrições universais derivadas diretamente da neurociência.

Depreendeu-se, que a efetiva integração entre neurociência e educação depende de formação docente contínua, de currículos atualizados e de materiais pedagógicos alinhados às descobertas científicas. A ausência de preparo adequado dos professores para aplicar os princípios da neuroeducação constitui uma das principais lacunas para a concretização dessas propostas no cotidiano escolar. Superar tal desafio implica fomentar a colaboração interdisciplinar entre pesquisadores, educadores e formuladores de políticas públicas, de modo a construir ambientes de aprendizagem que respeitem as necessidades cognitivas e emocionais dos alunos.

Os achados da revisão indicam que as principais contribuições da neurociência para a Educação Matemática concentram-se na compreensão dos processos de atenção, memória de trabalho, funções executivas, emoções e plasticidade cerebral envolvidos na aprendizagem dos conceitos matemáticos. Tais conhecimentos podem subsidiar práticas pedagógicas mais sensíveis às diferenças cognitivas dos estudantes, desde que articulados aos referenciais teóricos próprios da Educação Matemática e às especificidades socioculturais dos contextos escolares.

A revisão também evidenciou limitações importantes na transferência direta dos conhecimentos neurocientíficos para a prática docente, reforçando a necessidade de evitar reducionismos biológicos e neuromitos educacionais. A formação continuada dos professores emerge como condição fundamental para que esses conhecimentos sejam apropriados criticamente e convertidos em estratégias pedagógicas coerentes com as demandas da educação contemporânea.

Assim, este estudo sustenta que a compreensão de aspectos neurocognitivos relacionados à aprendizagem matemática pode contribuir para ampliar o debate sobre os processos educativos, desde que esses conhecimentos sejam interpretados

criticamente e articulados aos referenciais da Educação Matemática. A valorização da dimensão interdisciplinar e o investimento em formação crítica e reflexiva dos docentes podem constituir caminhos relevantes para o fortalecimento de práticas educativas inclusivas, críticas e contextualizadas, podendo contribuir para a inclusão, o engajamento e o desenvolvimento integral dos estudantes.

A principal tensão identificada na literatura reside, portanto, na distância entre a produção de conhecimentos sobre mecanismos neurocognitivos e sua tradução para situações concretas de ensino. Embora a neurociência possa oferecer subsídios para compreender determinadas dimensões da aprendizagem matemática, sua contribuição pedagógica não ocorre de maneira automática. A mediação docente, os referenciais da Educação Matemática, as condições institucionais e as especificidades socioculturais dos estudantes constituem dimensões indispensáveis para interpretar e mobilizar esses conhecimentos. Assim, mais do que estabelecer uma relação de aplicação direta, os resultados da revisão apontam para a necessidade de uma interlocução interdisciplinar crítica entre neurociência e Educação Matemática.

Referências

ARAÚJO, C. P.; ARAÚJO, R. C. S. G.; LUZ, F. M. Problemas matemáticos contextualizados: leitura e compreensão. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, *[S. l.]*, v. 16, n. 7, p. 7779–7798, 2023. DOI: 10.55905/revconv.16n.7-213. Disponível em: https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/904. Acesso em: 20 mar. 2025.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo, SP: Edições 70, 2016.

BERTOL, D. B. *et al*. Uso de tecnologias digitais no ensino de matemática para alunos com transtorno do espectro autista (TEA): uma revisão sistemática. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 21, n. 47, p. 19-39, out. 2025. DOI: 10.18542/amazrecm.v21i46.17370. Disponível em: https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/17370. Acesso em: 21 ago. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: https://basenacionalcomum.mec.gov.br/. Acesso em: 09 maio 2025.

BUTTERWORTH, B. **Discalculia**: do diagnóstico à intervenção. Porto Alegre: Penso, 2010.

BUTTERWORTH, B. Developmental dyscalculia. In: CAMPBELL, J. I. D. (ED.). Handbook of Mathematical Cognition. New York: **Psychology**, 2005, p. 455–467. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/32887848_Developmental_Dyscalculia Acesso em: 27 maio 2025.

CHAVES, V.A.; ADIMATTI, D. F., MACHADO, C. S. A Neurociência e o Ensino da Matemática para Jovens e Adultos: uma revisão da literatura. **Revista eletrônica Argentina-Brasil de Tecnologias da Informação e da Comunicação**, v. 1, n. 17, p. 1-15, 2023. https://doi.org/10.5281/zenodo.10015969

COSTA, R. L. S. Neurociência e aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 28, e280010, 2023. https://doi.org/10.1590/s1413-24782022280010.

D'AMBROSIO, U. **Educação Matemática**: da teoria à prática. 2. ed. Campinas: Papirus, 1997.

D'AMBROSIO, U**. Etnomatemática**: elo entre as tradições e a modernidade. Belo. Horizonte: Autêntica Editora, 2020.

DANEMAN, M.; CARPENTER, P. A. Individual differences in working memory and reading. **Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior**, [s.l.], v. 19, n. 4, p. 450–466, 1980. Disponível em: https://sci-hub.box/10.1016/s0022-5371(80)90312-6. Acesso em: 10 mar. 2025.

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

FONSECA, V. da. Importância das emoções na aprendizagem: uma abordagem neuropsicopedagógica. **Revista Psicopedagogia**, *[S. l.]*, v. 33, n. 102, p. 365–384, 2016. Disponível em: https://revistapsicopedagogia.com.br/revista/article/view/391. Acesso em: 27 jan. 2025.

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

FREITAS, P. M. de; RIBEIRO, D. O. Neuroplasticidade na educação e reabilitação cognitiva da deficiência intelectual. **Revista Educação Especial**, Santa Maria, v. 31, n. 62, 2018. DOI: 10.5902/1984686X31119. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/educacaoespecial/article/view/31119. Acesso em: 27 abr. 2025.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOSWAMI, U. Principles of learning, implications for teaching: a cognitive neuroscience perspective. **Journal of Philosophy of Education**, v. 42, n. 3-4, p. 381-399, 2008. Disponível em:https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1467-9752.2008.00639.x Acesso em 23 maio 2025.

IMMORDINO-YANG, M. H.; YANG, X.-F.; DAMASIO, H. Cultural modes of expressing emotions influence how emotions are experienced. **Emotion**, Washington, DC, v. 16, n. 7, p. 1033-1039, Oct. 2016. https://doi.org/10.1037/emo0000201

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). *OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development*. 2024. Disponível em: https://www.oecd.org/. Acesso em: 29 jun. 2025.

HOWARD-JONES, P. A. Neuroscience and education: myths and messages. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 15, n. 12, p. 817-824, 2014. Disponível em: https://www.nature.com/articles/nrn3817. Acesso em: 12 jan. 2025.

JÚNIOR, J. F. C. *et al*. A importância de um ambiente de aprendizagem positivo e eficaz para os alunos. **Rebena - Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, *[S. l.]*, v. 6, p. 324–341, 2023. Disponível em: https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/116. Acesso em: 27 jun. 2025.

MENEZES, V. I. *et al*. Neurociência cognitiva e práticas inclusivas no ensino da matemática. **Seven Editora**, *[S. l.]*, p. 1003–1023, 2024. Disponível em: https://sevenpubl.com.br/editora/article/view/6217. Acesso em: 27 abr. 2025.

MUNRO, J. **The Impact of Neuroscience on Teaching and Learning Mathematics**. Melbourne: University of Melbourne, 2014. Disponível em: https://education.unimelb.edu.au/. Acesso em: 25 mar. 2025.

OLIVEIRA, V. C. **Adaptações no ensino de matemática: lições do remoto para o presencial**. 2024. 22 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Matemática) – Câmpus Central – Sede: Anápolis – CET, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2024.

OLIVEIRA, A. B. **Da Aprendizagem à Neuroaprendizagem**: uma abordagem reflexiva sobre a Neurociência e Aprendizagem Humana. Editora Viseu, São Paulo, 2023.

RODRIGUES, P. V. M. **Análise do domínio afetivo de professores de matemática do ensino médio de um centro social em Porto Alegre-RS**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática) – Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2024.

SANTOS, A. M. dos. Inclusão e aprendizagem: Estratégias de ensino para alunos com TDAH. **Rebena - Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, *[S. l.]*, v. 11, p. 434–440, 2025. Disponível em: https://rebena.emnuvens.com.br/revista/article/view/300. Acesso em: 20 set. 2025.

SANTOS, D. M. A. de A. P. dos.; RODRIGUES, E. F. Formação docente e educação inclusiva: perspectivas e desafios atuais. **Cadernos de Estágio**, *[S. l.]*, v. 5, n. 4, 2024. DOI: 10.21680/2763-6488.2023v5n4ID35686. Disponível em: https://periodicos.ufrn.br/cadernosestagio/article/view/35686. Acesso em: 27 abr. 2025.

SEIXAS, R. J. D.; ALVES, I. C. **Uso de material concreto no ensino do conceito de conjunto e as suas operações**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino da Matemática para o Ensino Médio) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2023.

SOUSA, A. M. O. P. de; ALVES, R. R. N. A neurociência na formação dos educadores e sua contribuição no processo de aprendizagem. **Revista Psicopedagogia**, *[S. l.]*, v. 34, n. 105, p. 320–331, 2017. Disponível em: https://revistapsicopedagogia.com.br/revista/article/view/344. Acesso em: 17 out. 2025.

SUPEKAR, K. *et al.* Brain network coupling associated with cognitive performance varies as a function of a child's environment in the ABCD study. **Nature Communications**, v. 12, art. 7183, 10 dez. 2021. DOI: 10.1038/s41467-021-27336-y. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41467-021-27336-y. Acesso em: 10 mar. 2025.

SKOVSMOSE, O. **Educação Crítica**: incerteza, matemática, responsabilidade. Cortez Editora, São Paulo, 2007.

STELLA, M. **Network psychometrics and cognitive network science open new ways for detecting, understanding and tackling the complexity of math anxiety**: a review. *arXiv*, 31 ago. 2021. Disponível em: https://arxiv.org/abs/2108.13800. Acesso em: 08 maio 2025.

TOKUHAMA-ESPINOSA, T. **The scientifically substantiated art of teaching:** a study in the development of standards in the new academic field of neuroeducation (mind, brain, and education science). Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação, Capella University, Mineápolis, Minesota. 2008. Disponível em:https://www.researchgate.net/publication/36710537_The_Scientifically_Substantiated_Art_of_Teaching_A_study_in_the_development_of_standards_in_the_new_academic_field_of_neuroeducation_mind_brain_and_education_science. Acesso em: 12 fev. 2025.

TOKUHAMA-ESPINOSA, T. **Making classrooms** better: 50 practical applicationsofmind, brain, and education science. WW Norton & Company, 2014.

TOKUHAMA-ESPINOSA, T. N. **Internacional Delfos painel sobre mente cérebro, e educação ciência**. Quito, Ecuador, 2017. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14259.22560

Data do envio: 20 /11 /2025

Data do aceite: 27/08/2026.