ISSN: 2358-8829

NEUROCIÊNCIA EDUCACIONAL E O ENSINO DE MATEMÁTICA: FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Mariana Figueira Secafim [1]
Marta Maria Pontin Darsie [2]

INTRODUÇÃO

Este artigo[3] investiga as contribuições da neurociência educacional para o ensino de matemática na Educação Básica, a partir de uma revisão bibliográfica. A análise se organiza em torno de três eixos temáticos: neuroplasticidade, ansiedade matemática e discalculia.

A relação entre o cérebro e a aprendizagem matemática é antiga e surpreendentemente negligenciada nas salas de aula. Décadas de estudos mostram que aprender matemática não é um processo simples, nem linear. Redes neurais se entrelaçam com memória, emoção, atenção e uma série de funções cognitivas que, quando o professor domina essas dinâmicas, o ensino ganha outra cara.

A neurociência educacional surge no momento certo. Campo que junta neurociência, psicologia e educação e busca entender por que alguns estudantes travam nos números. E por que outros avançam sem esforço. No Brasil, o cenário pesa: os estudantes tropeçam em provas nacionais e internacionais. Currículo e método importam, claro. Mas o cérebro? Funções executivas, memória de trabalho, neuroplasticidade, ansiedade matemática. A ciência já desvendou boa parte. Falta só chegar nas salas e, sobretudo, na formação dos professores.

Este trabalho objetiva analisar o que a neurociência educacional oferece de teoria para o ensino de matemática na Educação Básica. Com isso, adotou-se uma abordagem de revisão bibliográfica de artigos nacionais e internacionais. A questão central do trabalho é: como os fundamentos teóricos da neurociência educacional subsidiam práticas pedagógicas mais eficazes no ensino de matemática?

[1] Doutoranda em Educação da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, marianasecafim@gmail.com;
[2] Doutora em Educação da Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, orientadora da primeira autora, marponda@uol.com.br;
[3] Este artigo faz parte de uma pesquisa de doutorado em andamento pelo Instituto de Educação da Universidade Federal de Mato Grosso – IE/UFMT.

ISSN: 2358-8829

A relevância deste estudo justifica-se pela necessidade de aproximar dois campos que, embora distintos em suas origens, compartilham um objeto comum: o aprendiz. Compreender o cérebro matemático é compreender o estudante, suas possibilidades, seus limites e, principalmente, seu potencial.

METODOLOGIA

Esta pesquisa tem cunho qualitativo, com revisão bibliográfica como abordagem central. A opção por este percurso metodológico justifica-se pela natureza do objeto investigado: compreender as contribuições teóricas da neurociência educacional para o ensino de matemática na Educação Básica exige, antes de qualquer coisa, um diálogo sistemático e criterioso com a produção acadêmica já consolidada na área.

Gil (2002) afirma que a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, como livros e artigos científicos, sendo vantajosa pelo fato de cobrir uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia ser investigada diretamente pelo pesquisador. Num tema interdisciplinar como neurociência educacional e matemática, essa visão ampla se torna indispensável.

O levantamento bibliográfico foi realizado em bases de dados nacionais e internacionais de reconhecida relevância acadêmica, incluindo o Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), o Scientific Electronic Library Online (SciELO) e o Google Acadêmico. Foram utilizados, de forma combinada, os seguintes descritores: neurociência educacional, aprendizagem matemática, ansiedade matemática, neuroplasticidade, discalculia e Educação Básica. As buscas foram realizadas tanto em língua portuguesa quanto em língua inglesa, ampliando o alcance e a profundidade do material analisado.

Os critérios de inclusão adotados para a seleção dos materiais foram: publicações científicas disponíveis na íntegra, produzidas entre os anos de 2000 e 2024, diretamente relacionadas aos descritores definidos e oriundas de periódicos revisados por pares, dissertações, teses ou obras de referência consolidadas na área. Foram excluídos textos de opinião sem fundamentação empírica ou teórica, resumos sem acesso ao texto completo e produções sem identificação de autoria.

O processo de análise do material selecionado seguiu os princípios da análise temática de conteúdo. As obras foram lidas, fichadas e categorizadas de acordo com os eixos temáticos

centrais da pesquisa, que são: neuroplasticidade, ansiedade matemática e dificuldades de aprendizagem em matemática com enfoque na discalculia. Esta organização permitiu não apenas mapear o estado do conhecimento na área, mas identificar convergências, lacunas e potenciais contribuições para a prática educativa na Educação Básica.

REFERENCIAL TEÓRICO

A neurociência educacional não oferece receitas prontas para o ensino. Oferece uma lente afiada, que permite ao professor ver além do erro, da resistência à matemática, do silêncio perante uma equação. Revela os processos neurais que, silenciosamente, constroem ou bloqueiam a aprendizagem. Três conceitos se destacam como pilares fundamentais dessa perspectiva no contexto da Educação Matemática: a neuroplasticidade, a ansiedade matemática e as dificuldades de aprendizagem de origem neurológica, com destaque para a discalculia.

Neuroplasticidade e suas implicações pedagógicas

O cérebro humano não para no tempo, não é estático. Ele está em constante mudança. Essa afirmação se tornou fato na neurociência, e representa uma ruptura com concepções anteriores de que inteligência matemática nasce pronta, fixa de berço, inata e imutável (Cosenza e Guerra, 2011). A neuroplasticidade refere-se à capacidade do sistema nervoso central de reorganizar e refazer suas conexões sinápticas em resposta aos estímulos e aprendizagens ao longo de toda a vida. Seja aos 8 anos, numa aula de frações, ou aos 80, revisitando equações. Ou seja, aprende-se sempre.

No ensino de matemática, esse princípio tem implicações diretas e poderosas. Estudantes que acreditam não ter “dom” para as exatas, crença infelizmente comum e alimentada por práticas pedagógicas inadequadas, operam, de certa maneira, com uma visão equivocada sobre o funcionamento do próprio cérebro. Dweck (2006) mostra o caminho: mindset de crescimento altera o cérebro, o engajamento sobe e as notas melhoram. Não é motivação vazia, é fato neurobiológico.

Para o professor da Educação Básica, compreender a neuroplasticidade muda tudo ao reconhecer que nenhum estudante está biologicamente condenado ao fracasso em matemática. Significa, também, que a repetição qualificada, o erro como parte do processo e o feedback formativo são estratégias que encontram respaldo não apenas em teorias pedagógicas, mas na própria estrutura de funcionamento do cérebro.

ISSN: 2358-8829

Ansiedade matemática: quando o cérebro bloqueia

Existe um fenômeno documentado, mensurável e devastador para a aprendizagem matemática. Chama-se ansiedade matemática. Definida como uma sensação de tensão, apreensão e medo diante de situações que envolvem números e operações matemáticas. Não é frescura ou preguiça, é uma tensão diante de números e cálculos, ou seja, é uma resposta neurológica (Richardson e Suinn, 1972).

Lyons e Beilock (2012) mapearam isso em estudos de neuroimagem e mostraram que, em indivíduos com alta ansiedade matemática, o cérebro aciona áreas de dor física e medo, interpretando a matemática como perigo e diante disso, as funções cognitivas superiores, exatamente aquelas necessárias para raciocinar matematicamente, são comprometidas. A memória de trabalho, sobrecarregada pela resposta emocional, perde capacidade operacional.

Este ciclo é cruel. O estudante ansioso comete mais erros. Os erros reforçam a crença de incompetência. A crença alimenta a ansiedade. E a ansiedade bloqueia, novamente, o desempenho. Romper este ciclo exige mais do que conteúdo bem explicado, necessita de um ambiente de aprendizagem emocionalmente seguro, práticas avaliativas menos ameaçadoras e professores sensíveis às dimensões afetivas do aprender matemática (Sousa, 2014).

Discalculia: bases neurais das dificuldades matemáticas

Nem toda dificuldade em matemática nasce da ansiedade. Nem todo estudante que não aprende está desatento ou desmotivado. A discalculia é diferente, é um transtorno neurológico específico que envolve conceitos numéricos básicos, comprometendo a aprendizagem de origem neurológica. Atinge cerca de 3% a 6% da população escolar (Butterworth, 2005) e passa despercebida por ser subdiagnosticada, confundindo-se com desinteresse. E, na maior parte das vezes, invisível para o sistema de ensino.

A neurociência indica que indivíduos com discalculia apresentam diferenças funcionais e estruturais no sulco intraparietal, região cerebral diretamente envolvida no processamento de grandezas numéricas (Dehaene, 2011). O problema, portanto, não está na vontade do estudante, mas sim na arquitetura do processamento numérico no cérebro. Isso não significa imutabilidade; significa a necessidade de intervenções pedagógicas específicas, diferenciadas e sustentadas por compreensão neurocientífica.

Para a Educação Básica, reconhecer a discalculia implica repensar avaliações, adaptar estratégias de ensino e abandonar a lógica punitiva que frequentemente recai sobre estudantes

com dificuldades persistentes em matemática. A neurociência, aqui, não apenas explica, ela convoca o professor a agir de forma mais justa e mais eficaz.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão bibliográfica realizada permitiu identificar um conjunto expressivo de convergências entre os achados da neurociência educacional e as demandas concretas do ensino de matemática na Educação Básica. Não se trata de coincidência, trata-se de evidência acumulada, produzida por anos de pesquisa, que aponta para uma direção específica: ensinar matemática sem considerar o funcionamento do cérebro é, no mínimo, uma oportunidade perdida.

A literatura consultada diz respeito ao impacto da neuroplasticidade sobre as concepções de aprendizagem matemática. Dehaene (2011) mostra circuitos cerebrais prontos para o número, o chamado senso numérico nato. Porém, esses circuitos precisam ser ativamente cultivados por meio de experiências de aprendizagem ricas, variadas e contextualmente significativas para que ele não fique sem estímulo adequado. O cérebro não aprende matemática passivamente, ele precisa ser provocado.

Cosenza e Guerra (2011) reforçam esse argumento ao destacar que a aprendizagem, do ponto de vista neurológico, corresponde à formação e ao fortalecimento de conexões sinápticas. Cada vez que um estudante resolve um problema, erra, corrige, tenta de novo, até compreender um conceito mesmo após múltiplas tentativas, seu cérebro literalmente se reorganiza, reconstruindo-o. Isso tem uma consequência pedagógica direta e poderosa: ambientes de aprendizagem que permitem o erro, que valorizam o processo e que oferecem desafios graduais são, neurologicamente falando, mais eficazes do que aqueles centrados apenas na transmissão e na memorização de procedimentos.

Dweck (2006) acrescenta uma dimensão igualmente relevante. Estudantes que desenvolvem o chamado mindset de crescimento, a crença de que a inteligência pode ser desenvolvida, apresentam maior engajamento, maior persistência diante de dificuldades e melhores resultados em matemática. Essa crença não é ingênua. Ela encontra respaldo direto na neuroplasticidade: o cérebro, de fato, muda. E saber disso faz diferença.

A análise da literatura sobre ansiedade matemática revelou um dado perturbador. Pesquisas indicam que esse fenômeno já pode ser identificado em crianças a partir dos seis anos

de idade, isto é, nos primeiros anos da Educação Básica (Maloney e Beilock, 2012). Não é um problema que surge no Ensino Médio, ele se instala cedo e silenciosamente.

Os estudos de Lyons e Beilock (2012) mostraram que a antecipação de tarefas matemáticas, em indivíduos com alta ansiedade, ativa regiões cerebrais associadas ao processamento da dor. O cérebro, literalmente, percebe a matemática como ameaça. Este dado reposiciona completamente o debate sobre dificuldades em matemática: parte significativa do que é interpretado como falta de capacidade ou desinteresse pode, na verdade, ser uma resposta neurológica de autopreservação.

Sousa (2014) nota que competição exagerada, erro exposto na frente da turma, avaliações sob pressão, tendem a intensificar a ansiedade matemática. No entanto, estratégias opostas como a aprendizagem cooperativa, o uso de situações-problema contextualizadas e a valorização do raciocínio mais do que a resposta instantânea contribuem para a redução da resposta de ameaça no cérebro e para a criação de condições neurológicas mais favoráveis à aprendizagem. O ambiente pesa neurologicamente.

Dehaene (2011) descreve que indivíduos com discalculia apresentam funcionamento atípico no sulco intraparietal, região responsável pela representação de magnitudes numéricas. Isso significa que a dificuldade não está na falta de esforço ou na ausência de estudo, está na forma como o cérebro processa a informação numérica. Reconhecer essa distinção é fundamental para que professores deixem de responsabilizar o estudante por um obstáculo que é, em sua origem, neurológico.

As contribuições da neurociência, nesse ponto, convergem para uma agenda pedagógica concreta: uso de materiais manipulativos que fortaleçam a representação concreta dos números, abordagens multissensoriais, tempo estendido para a realização de atividades e avaliações adaptadas. Não se trata de facilitar. Trata-se de ensinar de forma que o cérebro, com suas especificidades, consiga aprender.

O conjunto dos achados analisados aponta para uma conclusão central: a neurociência educacional pode e deve fundamentar decisões pedagógicas no ensino de matemática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Finaliza-se uma etapa, mas o diálogo entre neurociência educacional e ensino de matemática está longe de se esgotar. Está, na verdade, apenas começando a ocupar o espaço que merece nas discussões pedagógicas da Educação Básica brasileira.

Este estudo analisou contribuições teóricas da neurociência educacional aos processos de ensino-aprendizagem da matemática na Educação Básica. A revisão bibliográfica confirmou que este campo interdisciplinar oferece fundamentos sólidos, com base empírica, capazes de transformar não apenas a compreensão do aprendizado, mas, sobretudo, a forma como se ensina.

Três eixos estruturaram a análise. A neuroplasticidade revelou que o cérebro é plástico, adaptável e permanentemente capaz de aprender, o que desautoriza, do ponto de vista neurobiológico, a ideia de fracasso matemático como destino inevitável. A ansiedade matemática evidenciou que as dimensões afetivas e emocionais da aprendizagem não são periféricas ao processo cognitivo, são parte constitutiva dele, com impacto mensurável sobre o desempenho e a trajetória escolar dos estudantes. A discalculia, por sua vez, convocou o olhar pedagógico para a diversidade neurológica presente em qualquer sala de aula, exigindo práticas mais sensíveis, mais inclusivas e mais informadas.

Os resultados desta investigação apontam para uma contribuição central: a neurociência educacional pode e deve fundamentar decisões pedagógicas no ensino de matemática. Não como substituta das teorias de aprendizagem já consolidadas, mas como interlocutora qualificada, capaz de ampliar e aprofundar a compreensão sobre os mecanismos que sustentam ou impedem a aprendizagem matemática na Educação Básica.

Reconhecem-se, contudo, as limitações do presente estudo. A revisão bibliográfica, por sua natureza, não substitui investigações empíricas conduzidas em contextos escolares reais. Além disso, a neurociência educacional é um campo em grande expansão, o que significa que parte dos conhecimentos aqui sistematizados pode ser complementada ou revisada à medida que novas pesquisas avançem.

Palavras-chave: Neurociência educacional, Ensino de matemática, Neuroplasticidade, Ansiedade matemática, Discalculia.

REFERÊNCIAS

BUTTERWORTH, B. **The development of arithmetical abilities.** Journal of Child Psychology and Psychiatry, v. 46, n. 1, p. 3-18, 2005.

COSENZA, R. M.; GUERRA, L. B. **Neurociência e educação:** como o cérebro aprende. Porto Alegre: Artmed, 2011.

DEHAENE, S. **The number sense:** how the mind creates mathematics. New York: Oxford University Press, 2011.

DWECK, C. S. **Mindset:** the new psychology of success. New York: Random House, 2006.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

LYONS, I. M.; BEILOCK, S. L. **When math hurts:** math anxiety predicts pain network activation in anticipation of doing math. Plos One, v. 7, n. 10, e48076, 2012.

MALONEY, E. A.; BEILOCK, S. L. **Math anxiety:** who has it, why it develops, and how to guard against it. Trends in Cognitive Sciences, v. 16, n. 8, p. 404-406, 2012.

RICHARDSON, F. C.; SUINN, R. M. **The mathematics anxiety rating scale:** psychometric data. Journal of Counseling Psychology, v. 19, n. 6, p. 551-554, 1972.

SOUSA, D. A. **How the brain learns mathematics.** 2. ed. Thousand Oaks: Corwin Press, 2014.