
Emoção, cognição e desafio intelectual na aprendizagem matemática: fundamentos da neuroeducação para a educação básica

Emotion, cognition and intellectual challenge in mathematics learning: foundations of neuroeducation for basic education

Emoción, cognición y desafío intelectual en el aprendizaje matemático: fundamentos de la neuroeducación para la educación básica

Ensino de Ciências & Matemática

LIMA, Elicéia Ribeiro

Universidade Federal do Maranhão - UFMA

ellyrybeiro01@gmail.com // <https://orcid.org/0009-0003-8722-4524>

LIMA, Fernanda Ribeiro

Universidade Federal do Maranhão - UFMA

fernandaribeirolima3@gmail.com // <https://orcid.org/0009-0004-3706-3328>

LIMA, Glaudson Ribeiro

Universidade Federal do Maranhão - UFMA

glaudsonribeiro@hotmail.com // <https://orcid.org/0009-0001-6567-9638>

Resumo:

A aprendizagem matemática, durante décadas, foi compreendida sob uma perspectiva racionalista que dissociava emoção e razão. Contudo, avanços nas ciências cognitivas e na neurociência têm demonstrado que processos emocionais e cognitivos operam de forma integrada no funcionamento cerebral, influenciando diretamente a construção do conhecimento. Este estudo, de natureza qualitativa e teórico-bibliográfica, tem como objetivo analisar de que maneira fatores emocionais interferem nos processos cognitivos envolvidos na resolução de problemas matemáticos e na autorregulação da aprendizagem na Educação Básica. Fundamentado em autores como Damasio, Immordino-Yang, Efklides, Schoenfeld, Zimmerman, Kapur e Howard-Jones, o trabalho discute a integração entre emoção e cognição, os impactos da ansiedade matemática na memória de trabalho, o papel da metacognição e da autorregulação, bem como a importância do desafio intelectual e do erro produtivo no processo de aprendizagem. Os resultados da análise indicam que estados emocionais positivos favorecem o engajamento cognitivo, ampliam a capacidade de resolução de problemas e fortalecem processos metacognitivos, enquanto emoções negativas, como a ansiedade matemática, podem comprometer a memória de trabalho e dificultar o raciocínio lógico. Evidencia-se ainda que práticas pedagógicas que incentivam o enfrentamento de desafios,

a reflexão sobre erros e o desenvolvimento da autorregulação contribuem significativamente para aprendizagens matemáticas mais consistentes. Conclui-se que práticas pedagógicas que articulem rigor cognitivo e suporte emocional favorecem aprendizagens mais profundas, críticas e duradouras, desde que a incorporação de fundamentos da neuroeducação ocorra de forma crítica e contextualizada.

Palavras-chave: Emoção e cognição; Neuroeducação; Ansiedade matemática; Autorregulação; Ensino de matemática.

Abstract:

Mathematics learning, for decades, was understood from a rationalist perspective that separated emotion from reason. However, advances in cognitive science and neuroscience have demonstrated that emotional and cognitive processes operate in an integrated manner in brain functioning, directly influencing the construction of knowledge. This study, of a qualitative and theoretical-bibliographic nature, aims to analyze how emotional factors interfere with the cognitive processes involved in mathematical problem solving and in the self-regulation of learning in Basic Education. Based on authors such as Damasio, Immordino-Yang, Efklides, Schoenfeld, Zimmerman, Kapur, and Howard-Jones, the study discusses the integration between emotion and cognition, the impacts of mathematics anxiety on working memory, the role of metacognition and self-regulation, as well as the importance of intellectual challenge and productive error in the learning process. The results of the analysis indicate that positive emotional states favor cognitive engagement, expand problem-solving capacity, and strengthen metacognitive processes, while negative emotions, such as mathematics anxiety, may impair working memory and hinder logical reasoning. It is also evident that pedagogical practices that encourage facing challenges, reflecting on errors, and developing self-regulation contribute significantly to more consistent mathematical learning. It is concluded that pedagogical practices that combine cognitive rigor and emotional support promote deeper, more critical, and lasting learning, provided that the incorporation of neuroeducation principles occurs in a critical and contextualized manner.

Keywords: Emotion and cognition; Neuroeducation; Math anxiety; Self-regulation; Mathematics teaching.

Resumen:

El aprendizaje de las matemáticas, durante décadas, fue comprendido desde una perspectiva racionalista que separaba la emoción de la razón. Sin embargo, los avances en las ciencias cognitivas y en la neurociencia han demostrado que los procesos emocionales y cognitivos operan de manera integrada en el funcionamiento cerebral, influyendo directamente en la construcción del conocimiento. Este estudio, de naturaleza cualitativa y teórico-bibliográfica, tiene como objetivo analizar de qué manera los factores emocionales interfieren en los procesos cognitivos involucrados en la resolución de problemas matemáticos y en la autorregulación del aprendizaje en la Educación Básica.

Basado en autores como Damasio, Immordino-Yang, Efklides, Schoenfeld, Zimmerman, Kapur y Howard-Jones, el trabajo discute la integración entre emoción y cognición, los impactos de la ansiedad matemática en la memoria de trabajo, el papel de la metacognición y de la autorregulación,

así como la importancia del desafío intelectual y del error productivo en el proceso de aprendizaje. Los resultados del análisis indican que los estados emocionales positivos favorecen el compromiso cognitivo, amplían la capacidad de resolución de problemas y fortalecen los procesos metacognitivos, mientras que las emociones negativas, como la ansiedad matemática, pueden comprometer la memoria de trabajo y dificultar el razonamiento lógico. Asimismo, se evidencia que las prácticas pedagógicas que fomentan el enfrentamiento de desafíos, la reflexión sobre los errores y el desarrollo de la autorregulación contribuyen significativamente a aprendizajes matemáticos más consistentes. Se concluye que las prácticas pedagógicas que articulan el rigor cognitivo y el apoyo emocional favorecen aprendizajes más profundos, críticos y duraderos, siempre que la incorporación de los fundamentos de la neuroeducación ocurra de manera crítica y contextualizada.

Palabras clave: Emoción y cognición; Neuroeducación; Ansiedad matemática; Autorregulación; Enseñanza de las matemáticas.

INTRODUÇÃO

A aprendizagem matemática foi, por longo período, interpretada sob uma perspectiva epistemológica fortemente marcada pelo racionalismo moderno, cuja matriz cartesiana consolidou a separação entre razão e emoção como esferas independentes da experiência humana. Nessa tradição, o pensamento matemático foi concebido como atividade estritamente lógica, formal e objetiva, reduzida à manipulação simbólica e ao encadeamento dedutivo de proposições, desconsiderando-se a influência de estados afetivos nos processos cognitivos.

Entretanto, os avanços nas ciências cognitivas e na neurociência afetiva, sobretudo nas últimas três décadas, vêm questionando essa dicotomia ao demonstrar que emoção e cognição constituem sistemas funcionalmente integrados. Antonio Damasio (1994), ao formular a hipótese dos marcadores somáticos, argumenta que “a emoção não é um luxo, mas um componente essencial da maquinaria da razão” (Damasio, 1994, p. 245). Para o autor, experiências emocionais previamente registradas orientam decisões futuras, inclusive em situações abstratas e complexas, revelando que a racionalidade é modulada por processos afetivos.

Nessa mesma direção, Immordino-Yang e Damasio (2007) sustentam que processos de aprendizagem envolvem redes neurais que integram cognição, emoção e interação social. Segundo os autores, “não existe aprendizagem significativa sem envolvimento emocional” (Immordino-Yang; Damasio, 2007, p. 5), uma vez que a atribuição de significado depende da articulação entre

sistemas cognitivos e afetivos. Tal perspectiva desloca o debate educacional para uma compreensão mais sistêmica da aprendizagem, superando modelos estritamente cognitivistas.

No âmbito da Educação Matemática, essa integração assume relevância particular. A resolução de problemas, atividade central do fazer matemático, exige não apenas domínio conceitual, mas também controle atencional, persistência diante de impasses, regulação emocional e crenças de autoeficácia. Estados como curiosidade, confiança, frustração e ansiedade influenciam diretamente a memória de trabalho, a tomada de decisão estratégica e a manutenção do esforço cognitivo. A ansiedade matemática, por exemplo, pode comprometer o desempenho mesmo na presença de competência conceitual consolidada, evidenciando que dificuldades nem sempre decorrem de lacunas de conhecimento, mas de interferências afetivas.

Diante desse cenário, torna-se imprescindível compreender a aprendizagem matemática a partir de uma abordagem interdisciplinar que articule contribuições da neurociência, da psicologia cognitiva e da didática da matemática. Este estudo tem como objetivo analisar, a partir de revisão teórico-bibliográfica, como fatores emocionais interferem nos processos cognitivos envolvidos na resolução de problemas matemáticos e na autorregulação da aprendizagem na Educação Básica.

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa de natureza teórico-bibliográfica. Conforme Gil (2008), a pesquisa bibliográfica fundamenta-se na análise sistemática de produções científicas previamente publicadas, permitindo examinar criticamente diferentes perspectivas teóricas e construir sínteses interpretativas consistentes.

O levantamento do referencial teórico foi realizado a partir de buscas em bases de dados acadêmicas reconhecidas na área educacional e interdisciplinar, especialmente Google Scholar, Scielo, ERIC e Periódicos CAPES, considerando publicações nacionais e internacionais relevantes. Para a seleção dos estudos, adotaram-se como critérios: (a) pertinência temática em relação à interface entre emoção, cognição e aprendizagem matemática; (b) relevância científica dos autores na literatura internacional; (c) impacto e recorrência de citação nos estudos da área; e (d) contribuição teórica ou empírica para a compreensão dos processos de aprendizagem.

Quanto à delimitação temporal, priorizaram-se publicações produzidas entre 1990 e 2024, contemplando também algumas obras clássicas anteriores a esse período devido à sua reconhecida contribuição teórica para o campo da neurociência, da psicologia cognitiva e da educação matemática.

A organização do referencial teórico estruturou-se em cinco eixos analíticos interdependentes: (1) fundamentos neurocientíficos da integração emoção-cognição; (2) ansiedade matemática e seus impactos na memória de trabalho; (3) metacognição e experiências afetivas; (4) autorregulação da aprendizagem; e (5) ambientes de alto desafio cognitivo e erro produtivo. Foram priorizadas obras clássicas e estudos contemporâneos amplamente reconhecidos na literatura internacional, tais como Damasio (1994), Immordino-Yang e Damasio (2007), Efklides (2006; 2011), Schoenfeld (1983; 1992), Zimmerman (2002), Kapur (2012; 2014) e Howard-Jones (2014).

A análise foi conduzida mediante leitura analítica, categorização temática e articulação crítica entre os referenciais, buscando identificar convergências conceituais, evidências empíricas e implicações para a Educação Básica. A abordagem adotada ultrapassa a mera descrição teórica, propondo um diálogo interdisciplinar orientado por problematização pedagógica e reflexão sobre práticas educativas no ensino de matemática.

RESULTADOS

A integração entre emoção e cognição representa uma inflexão epistemológica significativa nas teorias contemporâneas da aprendizagem. Damasio (1994) demonstra que indivíduos com lesões em regiões cerebrais associadas ao processamento emocional apresentam prejuízos na tomada de decisão, mesmo quando mantêm preservadas capacidades lógico-formais. O autor afirma que “a ausência de emoção pode ser tão prejudicial à racionalidade quanto o excesso dela” (DAMASIO, 1994, p. 53), indicando que o funcionamento cognitivo depende da mediação afetiva para priorizar informações e orientar escolhas.

No campo educacional, Immordino-Yang e Damasio (2007) argumentam que experiências emocionais modulam a consolidação da memória de longo prazo e a construção de significado. A aprendizagem, nessa perspectiva, não se limita à aquisição de informações, mas envolve

reorganização neural influenciada por estados afetivos. Assim, o engajamento emocional torna-se variável determinante para a profundidade da compreensão conceitual.

Na Educação Matemática, tal integração manifesta-se de maneira evidente na resolução de problemas. Schoenfeld (1983) evidenciou que sistemas de crenças e atitudes influenciam decisões estratégicas durante a atividade matemática. Posteriormente, o autor amplia essa discussão ao afirmar que o desempenho intelectual é orientado por dimensões metacognitivas e afetivas (Schoenfeld, 1992). Portanto, o raciocínio matemático não pode ser reduzido à aplicação de algoritmos, mas deve ser compreendido como atividade complexa que envolve regulação emocional e crenças sobre competência.

A ansiedade matemática constitui fenômeno amplamente investigado na literatura contemporânea. Trata-se de estado emocional caracterizado por tensão e apreensão diante de situações que envolvem números e cálculos. Do ponto de vista neurocognitivo, Moura-Silva et al. (2020) destacam que a ansiedade ativa circuitos neurais associados à ameaça, interferindo no funcionamento da memória de trabalho — sistema responsável por manter e manipular informações temporariamente.

A memória de trabalho desempenha papel central na resolução de problemas matemáticos, especialmente em tarefas que exigem múltiplas etapas de raciocínio. Quando parte de sua capacidade é ocupada por pensamentos intrusivos ou antecipação de fracasso, ocorre sobrecarga cognitiva e redução do desempenho. Campos et al. (2022) ressaltam que “a ansiedade matemática não decorre exclusivamente da dificuldade conceitual, mas da expectativa de insucesso” (Campos et al., 2022, p. 14), evidenciando o papel das crenças autorreferenciais.

Esse cenário sugere que intervenções pedagógicas devem contemplar não apenas o reforço conceitual que intervenções pedagógicas devem contemplar não apenas reforço conceitual, mas também estratégias de regulação emocional e construção de autoeficácia. Ambientes seguros, que valorizem o erro como parte do processo, tendem a mitigar efeitos negativos da ansiedade.

A metacognição refere-se à capacidade de monitorar, avaliar e regular os próprios processos cognitivos. Efklides (2006) introduz o conceito de experiências metacognitivas como sentimentos conscientes que acompanham a atividade intelectual, tais como sensação de dificuldade ou

confiança. Segundo a autora, tais experiências “são permeadas por afeto e exercem influência direta sobre decisões estratégicas” (Efklides, 2006, p. 8).

Em publicação posterior, Efklides (2011) propõe modelo integrativo no qual metacognição, motivação e emoção constituem sistema dinâmico que regula o comportamento de aprendizagem. Assim, a percepção de alta dificuldade pode desencadear frustração e reduzir persistência, enquanto sentimentos de progresso podem fortalecer engajamento. Zimmerman (2002), ao discutir aprendizagem autorregulada, destaca que estudantes eficazes estabelecem metas, monitoram desempenho e ajustam estratégias de forma deliberada. Ainda que enfatize aspectos cognitivos e motivacionais, sua teoria pressupõe controle emocional como componente transversal. No ensino de matemática, fomentar autorregulação implica incentivar reflexão sobre estratégias, análise crítica de erros e planejamento consciente de resolução.

A literatura recente aponta que ambientes de alto desafio cognitivo favorecem aprendizagem conceitual profunda. Kapur (2014), ao desenvolver o conceito de productive failure, argumenta que a exploração inicial de problemas complexos, antes da instrução formal, pode gerar representações mais estruturadas do conhecimento. Conforme o autor, “a falha inicial prepara o aprendiz para integrar novas informações de maneira mais significativa” (Kapur, 2014, p. 1012).

Entretanto, a eficácia dessa abordagem depende de equilíbrio entre exigência cognitiva e suporte emocional. Desafios excessivos, sem mediação adequada, podem intensificar ansiedade e comprometer motivação. Howard-Jones (2014) alerta para o risco de interpretações reducionistas da neurociência na educação, defendendo que práticas pedagógicas devem ser fundamentadas em evidências robustas e não em generalizações simplistas. Assim, o erro deve ser compreendido como elemento constitutivo da aprendizagem matemática, capaz de promover reflexão, flexibilidade cognitiva e reconstrução conceitual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão teórica realizada permite afirmar que emoção e cognição constituem dimensões indissociáveis da aprendizagem matemática. Evidências provenientes da neurociência e da psicologia educacional indicam que estados afetivos modulam atenção, memória de trabalho e tomada de decisão, influenciando significativamente o desempenho acadêmico.

A ansiedade matemática revela que dificuldades podem emergir de bloqueios emocionais que comprometem recursos cognitivos, enquanto curiosidade e engajamento favorecem exploração investigativa e persistência. Metacognição e autorregulação emergem como competências centrais para o desenvolvimento do pensamento matemático crítico.

Todavia, a incorporação da neuroeducação à prática pedagógica exige postura epistemologicamente cautelosa, evitando reducionismos biologizantes. A neurociência não substitui a pedagogia, mas amplia sua fundamentação, oferecendo subsídios para decisões didáticas mais informadas.

Conclui-se que a articulação entre emoção, cognição e desafio intelectual constitui eixo teórico consistente e pedagogicamente promissor para fortalecer o ensino de matemática na Educação Básica, contribuindo para formação de estudantes intelectualmente autônomos e emocionalmente autorregulados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, Ana Maria Antunes de. Ansiedade matemática: fatores cognitivos e afetivos. **Revista Psicopedagogia**, São Paulo, v. 39, n. 119, p. 217–228, 2022. Disponível em: <https://revistapsicopedagogia.com.br/revista/article/view/154>. Acesso em 26 fev. 2026.

DAMASIO, Antonio R. **Descartes' error: emotion, reason, and the human brain**. New York: Putnam, 1994. Disponível em: https://ahandfulofleaves.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/07/descartes-error_antonio-damasio.pdf. Acesso em 26 fev. 2026.

EFKLIDES, Anastasia. Interactions of metacognition with motivation and affect in self-regulated learning. **Educational Psychologist**, London, v. 46, n. 1, p. 6–25, 2011. Disponível em: https://eclass.uth.gr/modules/document/file.php/PRE_P_122/%CE%9A%CE%B9%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%BF%CF%80%CE%BF%CE%AF%CE%B7%CF%83%CE%B7%20%CE%BA%CE%B1%CE%B9%20%CE%B1%CF%85%CF%84%CE%BF%CF%81%CF%81%CF%8D%CE%B8%CE%BC%CE%B9%CF%83%CE%B7/Efklides%20MASRLmodel.pdf Acesso em 26 fev. 2026.

EFKLIDES, Anastasia. Metacognition and affect: what can metacognitive experiences tell us about the learning process? **Educational Research Review**, Amsterdam, v. 1, n. 1, p. 3–14, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Anastasia-Efklides/publication/222545928_Metacognition_and_affect_What_can_metacognitive_experiences_tell_us_about_the_learning_process/links/5dda581c92851c1fedacef18/Metacognition-and-

[affect-What-can-metacognitive-experiences-tell-us-about-the-learning-process.pdf](#). Acesso em 26 fev. 2026.

FISCHBEIN, Efraim. **Intuition in science and mathematics**: an educational approach. Dordrecht: Reidel Publishing Company; Springer, 1987.

HOWARD-JONES, Paul A. Neuroscience and education: myths and messages. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 15, p. 817–824, 2014.

IMMORDINO-YANG, Mary Helen; DAMASIO, Antonio. We feel, therefore we learn: the relevance of affective and social neuroscience to education. **Mind, Brain, and Education**, Hoboken, v. 1, n. 1, p. 3–10, 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/227624589_We_Feel_Therefore_We_Learn_The_Relevance_of_Affective_and_Social_Neuroscience_to_Education/link/5db75fe6299bf1a47bf9ce01/download?tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIiwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19. Acesso em 26 fev. 2026.

KAPUR, Manu. Productive failure in learning math. **Cognition Science**, v. 38, p. 1008–1022, 2014. Disponível em: https://www.cse.iitk.ac.in/users/se367/14/Readings/papers/kapur-14_productive-failure-in-learning-math.pdf. Acesso em 26 fev. 2026.

KAPUR, Manu; BIELACZYK, Katherine. Designing for productive failure. **Journal of the Learning Sciences**, v. 21, n. 1, p. 45–83, 2012. Disponível em: <https://docdrop.org/static/drop-pdf/Kapur---Designing-for-Productive-Failure-oaAJc.pdf>. Acesso em 26 fev. 2026.

MOURA-SILVA, M. G.; BENTO-TORRES, J.; GONÇALVES, T. O. Bases neurais da ansiedade matemática: implicações para o processo de ensino-aprendizagem. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, v. 34, n. 66, p. 246-267, jan./abr. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/jrVBryXPH6TWH5X6tt94HZq/?lang=pt>. Acesso em 26 fev. 2026.

OECD. **Beyond academic learning: first results from the Survey of Social and Emotional Skills**. Paris: OECD Publishing, 2021.

SCHOENFELD, Alan H. Beyond the purely cognitive: belief systems, social cognitions, and metacognition as driving forces in intellectual performance. **Cognitive Science**, Hoboken, v. 7, p. 329–363, 1983. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/234649453_Beyond_the_Purely_Cognitive_Metacognition_and_Social_Cognition_as_Driving_Forces_in_Intellectual_Performance. Acesso em 26 fev. 2026.

SCHOENFELD, Alan H. Learning to think mathematically: problem solving, metacognition, and sense making in mathematics. In: GROUWS, Douglas A. (org.). **Handbook of research on mathematics teaching and learning**. New York: Macmillan, 1992. p. 334–370. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Alan-Schoenfeld-2/publication/289963462_Learning_to_think_mathematically_Problem_solving_metacognition_and_sense_making_in_mathematics/links/57e5487f08ace6b716c893b6/Learning-to-Think-Mathematically-Problem-Solving-Metacognition-and-Sense-Making-in-Mathematics.pdf. Acesso em 26 fev. 2026.

ZIMMERMAN, Barry J. Becoming a self-regulated learner: an overview. **Theory Into Practice**, London, v. 41, n. 2, p. 64–70, 2002. Disponível em: <https://www.leiderschapsdomeinen.nl/wp-content/uploads/2016/12/Zimmerman-B.-2002-Becoming-Self-Regulated-Learner.pdf>. Acesso em 26 fev. 2026.

