

**ARQUITETURAS COGNITIVAS PARA A APRENDIZAGEM
MATEMÁTICA: EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS, MODELAGEM
ESTATÍSTICA E EFICÁCIA DO MÉTODO M.A.T.H.A. COM
ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO EM ESCOLAS PÚBLICAS
ESTADUAIS DE MANAUS-AM**

**COGNITIVE ARCHITECTURES FOR MATHEMATICAL LEARNING: EMPIRICAL
EVIDENCE, STATISTICAL MODELING, AND THE EFFECTIVENESS OF THE
M.A.T.H.A. METHOD WITH HIGH SCHOOL STUDENTS IN PUBLIC STATE
SCHOOLS OF MANAUS, AMAZONAS, BRAZIL**

**ARQUITECTURAS COGNITIVAS PARA EL APRENDIZAJE MATEMÁTICO:
EVIDENCIAS EMPÍRICAS, MODELIZACIÓN ESTADÍSTICA Y EFICACIA DEL
MÉTODO M.A.T.H.A. CON ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN
ESCUELAS PÚBLICAS ESTATALES DE MANAUS-AM**

Carlos Eduardo Mota Lopes¹, Deivila Alves Mota²

DOI: 10.54899/dcs.v23i92.6344

Recibido: 26/06/2026 | **Aceptado:** 20/07/2026 | **Publicación en línea:** 27/07/2026.

RESUMO

A aprendizagem da Matemática continua representando um dos principais desafios da educação básica brasileira, especialmente no Ensino Médio, em que persistem dificuldades relacionadas à interpretação de problemas, ao raciocínio lógico, à autorregulação da aprendizagem e à ansiedade matemática. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar a eficácia do Método M.A.T.H.A. (Mapear, Ativar, Transformar, Habilitar e Autonomia) como uma arquitetura cognitiva estruturada para o desenvolvimento do pensamento matemático em estudantes do Ensino Médio da rede pública estadual de Manaus-AM. A pesquisa caracterizou-se como quantitativa, aplicada e de delineamento quase-experimental, envolvendo uma amostra de 300 estudantes distribuídos em grupos controle (n=150) e experimental (n=150). Foram utilizados testes padronizados de desempenho matemático, escalas validadas de ansiedade matemática e instrumentos de avaliação da autonomia metacognitiva. A intervenção foi desenvolvida ao longo de 16 semanas, durante as quais o grupo experimental participou de atividades fundamentadas nos cinco eixos do Método M.A.T.H.A., enquanto o grupo controle permaneceu submetido às práticas pedagógicas convencionais. Os resultados evidenciaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos no pós-teste ($F = 126,81$; $p < 0,001$), com tamanho de efeito elevado ($d = 0,96$). Observou-se incremento médio de 40 pontos percentuais no desempenho do grupo experimental, representando ganho aproximadamente 12% superior aos resultados previamente reportados em pesquisas anteriores sobre o método. Verificou-se ainda redução significativa da ansiedade matemática (-35 pontos percentuais), além de aumento consistente nos indicadores de

¹ Doutorando em Ciências da Educação, Universidad de La Integración de Las Américas (UNIDA), Assunção, Paraguai. E-mail: carlos_edumota@yahoo.com.br

² Doutorando em Ciências da Educação, Universidad de La Integración de Las Américas (UNIDA), Assunção, Paraguai. E-mail: deivila_alves@hotmail.com

planejamento, monitoramento e autorregulação da aprendizagem. A análise de regressão múltipla indicou que a participação no Método M.A.T.H.A. constituiu preditor positivo significativo do desempenho acadêmico ($\beta = 0,68$), enquanto a ansiedade matemática apresentou associação negativa ($\beta = -0,54$). Conclui-se que o Método M.A.T.H.A. apresenta elevada eficácia pedagógica, configurando-se como uma alternativa inovadora e baseada em evidências para o fortalecimento da aprendizagem matemática, da autonomia estudantil e do desenvolvimento do pensamento crítico no Ensino Médio.

Palavras-chave: Educação Matemática. Arquiteturas Cognitivas. Metacognição. Ansiedade Matemática. Aprendizagem Baseada em Evidências. Método M.A.T.H.A.

ABSTRACT

Mathematics learning remains one of the most significant challenges in Brazilian basic education, particularly at the high school level, where difficulties related to problem interpretation, logical reasoning, self-regulated learning, and mathematics anxiety persist. In this context, the present study aimed to analyze the effectiveness of the M.A.T.H.A. Method (Map, Activate, Transform, Enable, and Autonomy) as a structured cognitive architecture for the development of mathematical thinking among high school students enrolled in public state schools in Manaus, Amazonas, Brazil. The research adopted a quantitative, applied, and quasi-experimental design involving a sample of 300 students distributed into a control group ($n = 150$) and an experimental group ($n = 150$). Standardized mathematics achievement tests, validated mathematics anxiety scales, and metacognitive autonomy assessment instruments were employed. The intervention was implemented over a 16-week period, during which the experimental group participated in activities based on the five stages of the M.A.T.H.A. Method, while the control group continued to receive traditional instructional practices. The results revealed statistically significant differences between the groups in the post-test ($F = 126.81$; $p < 0.001$), with a large effect size ($d = 0.96$). An average gain of 40 percentage points was observed in the experimental group's performance, representing approximately 12% higher achievement than previously reported studies of the method. Significant reductions in mathematics anxiety (-35 percentage points) were also identified, alongside consistent improvements in planning, monitoring, and self-regulated learning indicators. Multiple regression analysis indicated that participation in the M.A.T.H.A. Method was a significant positive predictor of academic performance ($\beta = 0.68$), whereas mathematics anxiety showed a significant negative association ($\beta = -0.54$). The findings suggest that the M.A.T.H.A. Method is a highly effective pedagogical approach, constituting an evidence-based and innovative alternative for strengthening mathematical learning, student autonomy, and critical thinking development in secondary education.

Keywords: Mathematics Education. Cognitive Architectures. Metacognition. Mathematics Anxiety. Evidence-Based Learning. M.A.T.H.A. Method.

RESUMEN

El aprendizaje de las matemáticas continúa representando uno de los principales desafíos de la educación básica brasileña, especialmente en la educación secundaria, donde persisten dificultades relacionadas con la interpretación de problemas, el razonamiento lógico, la autorregulación del aprendizaje y la ansiedad matemática. En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar la eficacia del Método M.A.T.H.A. (Mapear, Activar, Transformar,

Habilitar y Autonomía) como una arquitectura cognitiva estructurada para el desarrollo del pensamiento matemático en estudiantes de educación secundaria de escuelas públicas estatales de Manaus, Amazonas, Brasil. La investigación se caracterizó por un enfoque cuantitativo, aplicado y con diseño cuasi experimental, involucrando una muestra de 300 estudiantes distribuidos en grupo control ($n = 150$) y grupo experimental ($n = 150$). Se utilizaron pruebas estandarizadas de rendimiento matemático, escalas validadas de ansiedad matemática e instrumentos de evaluación de la autonomía metacognitiva. La intervención se desarrolló durante 16 semanas, período en el cual el grupo experimental participó en actividades fundamentadas en las cinco etapas del Método M.A.T.H.A., mientras que el grupo control continuó con prácticas pedagógicas tradicionales. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en el postest ($F = 126,81$; $p < 0,001$), con un tamaño del efecto elevado ($d = 0,96$). Se observó un incremento promedio de 40 puntos porcentuales en el rendimiento del grupo experimental, representando un desempeño aproximadamente un 12% superior al reportado en investigaciones previas sobre el método. Asimismo, se verificó una reducción significativa de la ansiedad matemática (-35 puntos porcentuales), así como mejoras consistentes en los indicadores de planificación, monitoreo y autorregulación del aprendizaje. El análisis de regresión múltiple mostró que la participación en el Método M.A.T.H.A. constituyó un predictor positivo significativo del rendimiento académico ($\beta = 0,68$), mientras que la ansiedad matemática presentó una asociación negativa significativa ($\beta = -0,54$). Se concluye que el Método M.A.T.H.A. presenta una elevada eficacia pedagógica y se configura como una alternativa innovadora y basada en evidencias para fortalecer el aprendizaje matemático, la autonomía estudiantil y el desarrollo del pensamiento crítico en la educación secundaria.

Palabras clave: Educación Matemática. Arquitecturas Cognitivas. Metacognición. Ansiedad Matemática. Aprendizaje Basado en Evidencias. Método M.A.T.H.A.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUÇÃO

A Matemática ocupa papel estratégico na formação intelectual, científica e cidadã dos estudantes, constituindo uma das áreas do conhecimento mais relevantes para o desenvolvimento do raciocínio lógico, da capacidade de abstração, da resolução de problemas e da tomada de decisões fundamentadas em evidências. Em uma sociedade caracterizada pela rápida transformação tecnológica, pela ampliação do acesso à informação e pela crescente utilização de dados em múltiplos contextos sociais e profissionais, a competência matemática deixa de ser apenas um requisito acadêmico para tornar-se uma condição essencial para o exercício pleno da cidadania. Nessa perspectiva, o ensino da Matemática deve promover não apenas a aquisição de procedimentos e algoritmos, mas também a construção de significados, a argumentação lógica e

a capacidade de aplicar conhecimentos em situações reais e complexas.

Apesar de sua relevância, a aprendizagem matemática permanece como um dos maiores desafios da educação brasileira. Os resultados do Programme for International Student Assessment (PISA) 2022 evidenciam a persistência de dificuldades significativas no desenvolvimento das competências matemáticas dos estudantes brasileiros. Segundo dados da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), aproximadamente sete em cada dez estudantes brasileiros de 15 anos não alcançaram o nível mínimo de proficiência matemática considerado necessário para interpretar, raciocinar e resolver problemas em contextos cotidianos, mantendo o país abaixo da média dos países da OCDE.

Os resultados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) reforçam esse cenário. Dados recentes de 2023 indicam que a aprendizagem matemática no Ensino Médio continua apresentando níveis críticos de desempenho, revelando que apenas uma pequena parcela dos estudantes conclui a educação básica com domínio adequado das competências matemáticas esperadas para essa etapa de escolarização. Além disso, observa-se elevada concentração de estudantes nos níveis mais baixos de proficiência, evidenciando dificuldades relacionadas à interpretação de situações-problema, ao raciocínio algébrico, à modelagem matemática e à utilização de estratégias de resolução em contextos não rotineiros.

Esse panorama sugere que os desafios da aprendizagem matemática não podem ser explicados exclusivamente pela complexidade dos conteúdos curriculares. Diversos estudos apontam limitações históricas associadas a modelos pedagógicos tradicionais fundamentados na transmissão passiva do conhecimento, na memorização de procedimentos e na repetição mecânica de exercícios. Embora tais práticas possam favorecer a reprodução de algoritmos, frequentemente apresentam limitações quanto ao desenvolvimento da compreensão conceitual, da autonomia intelectual e da capacidade de transferência do conhecimento para novas situações. Nesse contexto, a aprendizagem tende a ocorrer de maneira fragmentada, dificultando a construção de estruturas cognitivas sólidas e duradouras.

Paralelamente às questões metodológicas, pesquisas contemporâneas têm destacado a influência de fatores cognitivos, metacognitivos e emocionais sobre o desempenho matemático. Entre esses fatores, a ansiedade matemática tem recebido atenção especial por seu impacto direto sobre a memória de trabalho, a capacidade de processamento de informações e a persistência diante de tarefas complexas. Estudantes que apresentam elevados níveis de ansiedade

frequentemente demonstram dificuldades para organizar estratégias de resolução, monitorar seus processos cognitivos e manter o foco necessário para o enfrentamento de desafios matemáticos. Dessa forma, torna-se cada vez mais evidente a necessidade de abordagens pedagógicas capazes de integrar aprendizagem conceitual, autorregulação e suporte emocional.

Nesse sentido, os avanços das ciências cognitivas e da psicologia educacional oferecem importantes contribuições para a compreensão dos processos de aprendizagem matemática. A Teoria da Carga Cognitiva, os estudos sobre metacognição, autorregulação da aprendizagem e arquitetura da memória humana apontam que o desempenho dos estudantes está diretamente relacionado à forma como as informações são organizadas, processadas e transformadas em esquemas mentais estáveis. Tais contribuições reforçam a importância de metodologias que tornem explícitos os processos de pensamento envolvidos na resolução de problemas matemáticos, reduzindo a sobrecarga cognitiva desnecessária e favorecendo a aprendizagem significativa.

É nesse contexto que se insere o Método M.A.T.H.A. (Mapear, Ativar, Transformar, Habilitar e Autonomia), concebido como uma arquitetura cognitiva estruturada para o desenvolvimento do pensamento matemático. O método propõe uma sequência organizada de ações cognitivas destinadas a orientar a compreensão, a resolução e a validação de problemas matemáticos, promovendo simultaneamente o desenvolvimento da autonomia, da autorregulação e da confiança dos estudantes. Ao integrar dimensões cognitivas, metacognitivas e emocionais, o M.A.T.H.A. busca superar limitações associadas às abordagens tradicionais e favorecer a construção de aprendizagens mais profundas e duradouras.

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo analisar a eficácia do Método M.A.T.H.A. no desempenho matemático, na redução da ansiedade matemática e no desenvolvimento da autonomia metacognitiva de estudantes do Ensino Médio matriculados em escolas públicas estaduais da cidade de Manaus-AM. Fundamentada nos princípios da educação baseada em evidências, a pesquisa busca contribuir para o avanço do conhecimento científico em Educação Matemática, oferecendo subsídios empíricos para a implementação de práticas pedagógicas inovadoras alinhadas às competências previstas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e às demandas educacionais do século XXI.

REFERENCIAL TEÓRICO

Limitações Históricas das Abordagens Tradicionais no Ensino da Matemática

O ensino de Matemática foi historicamente estruturado sob uma perspectiva instrucionista, caracterizada pela transmissão unidirecional de conteúdos, pela valorização da memorização de algoritmos e pela repetição sistemática de exercícios. Embora esse modelo tenha predominado durante grande parte do século XX, pesquisas em Educação Matemática têm demonstrado suas limitações para o desenvolvimento de competências cognitivas complexas exigidas pela sociedade contemporânea.

Fiorentini e Lorenzato (2012) afirmam que a Matemática escolar frequentemente é apresentada como um conjunto de regras e procedimentos prontos, desconectados dos contextos experienciados pelos estudantes. Nessa perspectiva, o aluno assume papel predominantemente passivo, restringindo-se à reprodução de técnicas previamente demonstradas pelo professor.

Borasi e Siegel (1990) argumentam que ambientes pedagógicos excessivamente centrados na correção e na rapidez de respostas tendem a reduzir a exploração conceitual, desencorajando a criatividade e a investigação matemática. De modo semelhante, Kilpatrick, Swafford e Findell (2001) destacam que procedimentos aprendidos sem compreensão conceitual apresentam baixa capacidade de transferência para situações novas e complexas.

No contexto brasileiro, os resultados do PISA e do SAEB têm evidenciado a persistência dessas dificuldades, sobretudo em competências relacionadas à resolução de problemas, interpretação de informações e raciocínio matemático aplicado. Tal cenário sugere a necessidade de superar modelos centrados na reprodução de conteúdos em favor de abordagens que promovam construção ativa do conhecimento, reflexão crítica e autonomia intelectual.

É nesse contexto que o Método M.A.T.H.A. emerge como uma proposta estruturada para reorganizar o processo de aprendizagem matemática, deslocando o foco da mera execução de procedimentos para a explicitação do pensamento e para a construção progressiva do raciocínio matemático.

A Teoria da Carga Cognitiva e o Processamento da Informação

A Teoria da Carga Cognitiva, desenvolvida por Sweller (1988), constitui um dos referenciais mais influentes da psicologia cognitiva aplicada à educação. Seu princípio fundamental sustenta que a aprendizagem depende diretamente da capacidade limitada da memória de trabalho para processar informações simultaneamente.

Segundo Sweller, Van Merriënboer e Paas (2019), o desenho instrucional deve considerar três tipos de carga cognitiva: Carga intrínseca; Carga extrínseca; Carga germânica.

A carga intrínseca está associada à complexidade inerente ao conteúdo; a carga extrínseca decorre da forma como as informações são apresentadas; e a carga germânica representa o esforço cognitivo direcionado à construção de esquemas mentais duradouros.

No ensino da Matemática, conteúdos abstratos frequentemente demandam operações cognitivas complexas. Quando apresentados de forma desorganizada, podem provocar sobrecarga da memória de trabalho, dificultando a aprendizagem significativa.

Paas e Sweller (2014) defendem que práticas pedagógicas eficazes devem minimizar a carga extrínseca e favorecer o investimento cognitivo em processos de compreensão e organização conceitual.

Em consonância com esse referencial, Lopes (2026) afirma que a organização explícita das etapas do pensamento matemático reduz a sobrecarga cognitiva desnecessária e favorece a construção progressiva de esquemas mentais estáveis, ampliando a compreensão conceitual dos estudantes.

O Método M.A.T.H.A. apresenta forte alinhamento com essa teoria ao estruturar o processo de resolução de problemas em etapas sequenciais explícitas. Tal organização reduz incertezas cognitivas, direciona a atenção dos estudantes e facilita a construção progressiva de esquemas matemáticos mais elaborados.

Metacognição e Autorregulação da Aprendizagem

A metacognição constitui um dos pilares mais relevantes das pesquisas contemporâneas sobre aprendizagem. Flavell (1979) definiu o conceito como a capacidade do indivíduo de compreender, monitorar e regular seus próprios processos cognitivos.

Na Educação Matemática, essa competência assume papel central porque o sucesso na

resolução de problemas depende não apenas do conhecimento matemático disponível, mas também da capacidade de planejar estratégias, monitorar procedimentos e avaliar resultados.

Schoenfeld (1992) demonstrou que estudantes com melhor desempenho matemático apresentam maior controle metacognitivo durante a resolução de problemas. Esses estudantes monitoram continuamente suas ações, identificam erros e ajustam estratégias quando necessário.

Zimmerman (2000) complementa essa perspectiva ao propor o conceito de aprendizagem autorregulada, entendida como um processo cíclico que envolve: Planejamento; Execução; Monitoramento; Autoavaliação.

Nesse modelo, o estudante deixa de ser mero receptor de informações para assumir papel ativo na construção do próprio conhecimento.

Complementando Flavell (1979) e Zimmerman (2000), Lopes (2026, p. 56) afirma:

"Autonomia representa o ponto em que o estudante passa a utilizar a matemática não apenas como conteúdo escolar, mas como uma ferramenta de pensamento e compreensão da realidade."

Essa concepção amplia a compreensão da metacognição ao enfatizar que a aprendizagem se consolida quando o estudante passa a regular conscientemente seus próprios processos cognitivos.

As etapas do Método M.A.T.H.A. foram concebidas precisamente para favorecer essa dinâmica. Cada fase exige ações cognitivas conscientes que promovem planejamento, monitoramento e reflexão sistemática, contribuindo para o desenvolvimento da autonomia intelectual.

Ansiedade Matemática e Fatores Emocionais Associados

As dimensões emocionais da aprendizagem têm recebido atenção crescente nas pesquisas em Educação Matemática. Entre elas, destaca-se a ansiedade matemática, fenômeno definido como sentimentos de tensão, preocupação ou medo associados a atividades que envolvem números e raciocínio matemático.

Ashcraft e Ridley (2005) demonstraram que níveis elevados de ansiedade matemática comprometem significativamente o funcionamento da memória de trabalho, reduzindo a disponibilidade de recursos cognitivos para resolução de problemas.

Ashcraft e Krause (2007) observaram que estudantes ansiosos apresentam dificuldades

adicionais em tarefas que exigem processamento simultâneo de múltiplas informações, situação particularmente frequente em conteúdos matemáticos mais complexos.

Dowker, Sarkar e Looi (2016) identificaram correlação negativa consistente entre ansiedade matemática e desempenho acadêmico em diferentes contextos educacionais.

Boaler (2016) argumenta que ambientes de aprendizagem excessivamente baseados em julgamento, comparação e medo do erro contribuem para intensificar esse fenômeno.

Nesse contexto, metodologias que oferecem maior previsibilidade cognitiva e orientação explícita dos processos de pensamento podem reduzir significativamente os níveis de ansiedade. O Método M.A.T.H.A. atua exatamente nessa direção ao fornecer um percurso estruturado e seguro para a resolução de problemas, fortalecendo a autoconfiança dos estudantes.

Integração entre Cognição, Emoção e Aprendizagem Matemática

A literatura contemporânea reconhece que a aprendizagem matemática resulta da interação dinâmica entre processos cognitivos, emocionais e metacognitivos.

Goldin (2014) afirma que as emoções não constituem elementos periféricos da atividade matemática, mas componentes centrais do próprio raciocínio. Emoções positivas favorecem engajamento, persistência e disposição para enfrentar desafios intelectuais.

Hannula (2015) destaca que cognição e emoção operam de forma interdependente durante a aprendizagem, influenciando simultaneamente o processamento das informações e a tomada de decisões.

Para Lopes (2026), o desenvolvimento do pensamento matemático depende da integração entre cognição, metacognição e fatores emocionais, uma vez que a organização consciente do raciocínio amplia a segurança do estudante diante de desafios intelectuais.

Nessa perspectiva, o desempenho matemático não depende exclusivamente de capacidades intelectuais, mas também de fatores relacionados à motivação, crenças de autoeficácia e regulação emocional.

A Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) reforça essa visão ao defender a formação integral dos estudantes e o desenvolvimento de competências associadas ao pensamento crítico, à autonomia e à resolução de problemas.

O Método M.A.T.H.A. foi concebido justamente para integrar essas diferentes dimensões, promovendo simultaneamente organização cognitiva, autorregulação metacognitiva e segurança

emocional.

Teoria das Inteligências Múltiplas e Diversidade Cognitiva na Aprendizagem Matemática

A Teoria das Inteligências Múltiplas, proposta por Gardner (2011), ampliou significativamente a compreensão dos processos de aprendizagem ao desafiar concepções tradicionais de inteligência.

Segundo o autor, os indivíduos apresentam diferentes formas de processamento cognitivo e distintas potencialidades para compreender e interagir com o mundo. Entre elas destacam-se as inteligências: Lógico-matemática; Linguística; Espacial; Corporal-cinestésica; Interpessoal; Intrapessoal.

Armstrong (2009) argumenta que ambientes educacionais eficazes devem oferecer múltiplas formas de representação e expressão do conhecimento, respeitando a diversidade de perfis cognitivos presentes na sala de aula.

Lopes (2026) sustenta que reconhecer diferentes perfis cognitivos somente produz efeitos pedagógicos quando essa diversidade é traduzida em estratégias didáticas que permitam múltiplos caminhos para a construção do pensamento matemático.

Em contextos heterogêneos como os da escola pública brasileira, essa perspectiva torna-se particularmente relevante para promover inclusão e equidade.

O Método M.A.T.H.A. dialoga com essa abordagem ao possibilitar diferentes formas de representação matemática, interpretação de situações-problema e construção de estratégias de resolução, tornando o processo de aprendizagem mais acessível a distintos perfis de estudantes.

Competência Matemática na BNCC, na OCDE e em Modelos Internacionais

A concepção contemporânea de competência matemática ultrapassa a simples execução de cálculos e procedimentos. A OCDE (2022) define competência matemática como a capacidade de formular, empregar e interpretar conhecimentos matemáticos em diferentes contextos.

De forma semelhante, a BNCC (Brasil, 2018) estabelece que o ensino da Matemática deve desenvolver competências relacionadas à argumentação, investigação, modelagem, resolução de problemas, análise de dados e tomada de decisões.

Kilpatrick, Swafford e Findell (2001) propõem um modelo de proficiência matemática

composto por cinco dimensões interdependentes: Compreensão conceitual; Fluência procedimental; Competência estratégica; Raciocínio adaptativo; Disposição produtiva.

Essa concepção está alinhada às demandas evidenciadas por avaliações internacionais como o PISA, que privilegiam a aplicação do conhecimento matemático em situações reais e contextualizadas.

Dessa forma, metodologias capazes de promover simultaneamente compreensão, estratégia e autonomia tornam-se fundamentais para a formação matemática contemporânea.

O Método M.A.T.H.A. como Arquitetura Cognitiva Estruturada para o Desenvolvimento do Pensamento Matemático

O Método M.A.T.H.A. (Mapear, Ativar, Transformar, Habilitar e Autonomia) constitui uma proposta pedagógica fundamentada na convergência entre Educação Matemática, psicologia cognitiva, metacognição e autorregulação da aprendizagem.

Conforme afirma Lopes (2026, p. 46), "o objetivo central do método é desenvolver no estudante não apenas a capacidade de resolver exercícios, mas principalmente a habilidade de pensar matematicamente." Essa concepção evidencia que o M.A.T.H.A. ultrapassa o ensino centrado na reprodução de procedimentos, estruturando um percurso pedagógico voltado ao desenvolvimento do raciocínio matemático, da autonomia intelectual e da construção consciente de estratégias de resolução de problemas. Sua estrutura organiza o pensamento matemático em cinco etapas progressivas: **Mapear:** compreensão e interpretação da situação-problema; **Ativar:** mobilização de conhecimentos prévios e identificação de relações matemáticas relevantes; **Transformar:** construção de estratégias, modelagem e execução dos procedimentos necessários; **Habilitar:** validação, argumentação e verificação da solução obtida; **Autonomia:** generalização, transferência e aplicação dos conhecimentos em novos contextos.

A robustez teórica do método decorre de sua articulação com referenciais consolidados da literatura científica. Ele incorpora princípios da Teoria da Carga Cognitiva (Sweller), da Metacognição (Flavell), da Autorregulação da Aprendizagem (Zimmerman), dos estudos sobre Ansiedade Matemática (Ashcraft), das Inteligências Múltiplas (Gardner) e dos modelos internacionais de competência matemática (OCDE; Kilpatrick et al.).

Assim, o Método M.A.T.H.A. pode ser compreendido como uma arquitetura cognitiva estruturada que busca tornar explícitos os processos de pensamento matemático, promovendo

simultaneamente desempenho acadêmico, autonomia intelectual e desenvolvimento de competências necessárias à educação do século XXI.

METODOLOGIA

Delineamento da Pesquisa

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem quantitativa, de natureza aplicada e delineamento quase-experimental, estruturada a partir do modelo pré-teste e pós-teste com grupo controle e grupo experimental. Tal configuração metodológica é amplamente utilizada em investigações educacionais que buscam analisar os efeitos de intervenções pedagógicas em contextos reais de ensino, nos quais a randomização completa dos participantes nem sempre é viável do ponto de vista ético e operacional (Campbell; Stanley, 1963; Creswell; Creswell, 2023).

A opção pela abordagem quantitativa fundamenta-se na necessidade de mensurar objetivamente os efeitos do Método M.A.T.H.A. sobre variáveis relacionadas ao desempenho matemático, à ansiedade matemática e à autonomia metacognitiva dos estudantes. Segundo Creswell e Creswell (2023), pesquisas quantitativas possibilitam a análise sistemática de relações entre variáveis, permitindo a aplicação de procedimentos estatísticos que ampliam a validade e a confiabilidade dos resultados.

Do ponto de vista epistemológico, a investigação está ancorada na perspectiva pós-positivista, a qual reconhece que os fenômenos educacionais podem ser analisados empiricamente mediante procedimentos rigorosos de observação, mensuração e inferência estatística, sem desconsiderar a complexidade inerente aos processos de aprendizagem (Creswell; Creswell, 2023).

O delineamento quase-experimental adotado buscou examinar a eficácia do Método M.A.T.H.A. em um contexto autêntico de sala de aula, permitindo comparar o desempenho de estudantes submetidos à intervenção pedagógica com aqueles que permaneceram sob metodologias convencionais de ensino. Para ampliar a validade interna do estudo, foram utilizados mecanismos de controle estatístico das diferenças iniciais entre os grupos, especialmente por meio da aplicação de pré-testes e da utilização posterior da Análise de Covariância (ANCOVA), procedimento recomendado para investigações educacionais dessa

natureza (Field, 2018).

Assim, a estrutura metodológica adotada teve como objetivo equilibrar rigor científico, validade ecológica e aplicabilidade prática, produzindo evidências consistentes sobre a efetividade do Método M.A.T.H.A. no contexto da Educação Matemática.

Contexto da Pesquisa e Participantes

A pesquisa foi realizada em escolas públicas estaduais localizadas na cidade de Manaus, capital do estado do Amazonas. A escolha desse contexto justifica-se pela relevância estratégica da rede pública estadual para a formação dos estudantes da educação básica e pela necessidade de desenvolvimento de intervenções pedagógicas capazes de contribuir para a melhoria dos indicadores de aprendizagem matemática da região Norte do Brasil.

A amostra foi composta por 300 estudantes regularmente matriculados no Ensino Médio, distribuídos entre a 1ª, 2ª e 3ª séries, com idades variando entre 15 e 18 anos.

Os participantes foram organizados em dois grupos: Grupo Experimental (n = 150): submetido à intervenção baseada no Método M.A.T.H.A.; Grupo Controle (n = 150): submetido às práticas pedagógicas tradicionalmente adotadas nas escolas participantes.

A seleção dos participantes ocorreu por amostragem não probabilística por conveniência, respeitando critérios de acessibilidade institucional, autorização das equipes gestoras e disponibilidade das turmas para participação no estudo. Embora esse procedimento não permita generalização estatística absoluta para toda a população, constitui estratégia metodológica amplamente aceita em pesquisas educacionais aplicadas (Gil, 2019).

Para assegurar comparabilidade entre os grupos, realizou-se inicialmente a aplicação de instrumentos diagnósticos de pré-teste, permitindo verificar a homogeneidade das condições iniciais relacionadas ao desempenho matemático e aos níveis de ansiedade matemática.

Instrumentos de Coleta de Dados

Teste de Desempenho Matemático

O desempenho matemático foi avaliado por meio de um teste padronizado elaborado com base nas competências e habilidades previstas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e

nas matrizes de referência do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) e do Programme for International Student Assessment (PISA).

O instrumento contemplou questões de múltipla escolha e problemas abertos envolvendo: raciocínio lógico; álgebra; geometria; estatística e probabilidade; interpretação de situações-problema; modelagem matemática; aplicação de conceitos em contextos reais.

O instrumento foi submetido à análise de conteúdo por especialistas em Educação Matemática e apresentou elevada consistência interna, verificada por meio do coeficiente Alfa de Cronbach ($\alpha = 0,89$), indicando alta confiabilidade psicométrica.

Escala de Ansiedade Matemática

Para avaliação dos aspectos emocionais relacionados à aprendizagem matemática foi utilizada uma versão adaptada da **Mathematics Anxiety Rating Scale (MARS)**, originalmente desenvolvida por Richardson e Suinn (1972) e amplamente utilizada em pesquisas internacionais.

A escala foi composta por itens organizados em formato Likert de cinco pontos, variando de:

1. Discordo totalmente;
2. Discordo parcialmente;
3. Nem concordo nem discordo;
4. Concordo parcialmente;
5. Concordo totalmente.

Os itens investigaram sentimentos de insegurança, tensão, preocupação e desconforto associados à realização de tarefas matemáticas em contextos escolares.

A análise de consistência interna revelou elevada confiabilidade do instrumento ($\alpha = 0,92$).

Escala de Autonomia Metacognitiva

Considerando os pressupostos teóricos do Método M.A.T.H.A., foi aplicada uma escala específica para avaliação das competências metacognitivas dos estudantes.

A escala avaliou três dimensões fundamentais: Planejamento; Monitoramento; Autorregulação da aprendizagem.

Os indicadores foram construídos com base nos referenciais de Flavell (1979), Zimmerman (2000) e Efklides (2011), possibilitando mensurar o grau de autonomia desenvolvido pelos participantes ao longo da intervenção.

O instrumento apresentou consistência interna satisfatória ($\alpha = 0,88$).

Procedimentos da Pesquisa

A investigação foi desenvolvida ao longo de um semestre letivo, totalizando aproximadamente dezesseis semanas de intervenção pedagógica, organizadas em quatro etapas principais.

Etapa 1 – Diagnóstico Inicial

Inicialmente, os participantes dos grupos controle e experimental realizaram: Teste de Desempenho Matemático; Escala de Ansiedade Matemática; Escala de Autonomia Metacognitiva. Essa etapa teve como finalidade estabelecer os níveis iniciais dos estudantes e verificar a equivalência estatística entre os grupos antes da intervenção.

Etapa 2 – Formação Docente

Antes da implementação da proposta, os professores envolvidos no Grupo Experimental participaram de encontros formativos voltados à compreensão dos fundamentos teóricos e operacionais do Método M.A.T.H.A.

Foram discutidos aspectos relacionados à: Teoria da Carga Cognitiva; Metacognição; Autorregulação da aprendizagem; Estrutura operacional das cinco etapas do método.

Etapa 3 – Implementação da Intervenção

Durante dezesseis semanas, o Grupo Experimental participou de aulas estruturadas segundo os princípios do Método M.A.T.H.A.:

- **Mapear:** identificação dos dados, condições e objetivos do problema;
- **Ativar:** mobilização de conhecimentos prévios e relações conceituais relevantes;

- **Transformar:** construção de procedimentos, estratégias e representações matemáticas;
- **Habilitar:** validação dos processos utilizados e argumentação dos resultados obtidos;
- **Autonomia:** transferência do conhecimento para novas situações e resolução autônoma de desafios similares.

Paralelamente, o Grupo Controle permaneceu desenvolvendo as atividades previstas no currículo regular da disciplina, utilizando práticas pedagógicas convencionais baseadas predominantemente em exposições teóricas e exercícios de fixação.

Etapa 4 – Avaliação Final

Ao término da intervenção, os instrumentos aplicados na etapa diagnóstica foram novamente administrados aos participantes.

Os resultados obtidos permitiram comparar os desempenhos antes e depois da intervenção, possibilitando verificar a magnitude dos efeitos produzidos pelo Método M.A.T.H.A.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise Descritiva do Desempenho Matemático

A análise inicial dos dados revelou que os grupos Controle e Experimental apresentavam níveis equivalentes de desempenho matemático no pré-teste, indicando adequada homogeneidade da amostra antes da implementação da intervenção pedagógica. Tal condição fortalece a validade interna da pesquisa, uma vez que reduz a influência de diferenças prévias sobre os resultados obtidos no pós-teste.

Após as dezesseis semanas de intervenção, observou-se evolução em ambos os grupos; entretanto, os ganhos registrados pelo Grupo Experimental foram substancialmente superiores aos do Grupo Controle.

Tabela 1. Comparação do Desempenho Matemático no Pré e Pós-Teste

Grupo	Pré-teste (Média)	Pós-teste (Média)	Ganho Médio
Controle (n=150)	47,8	56,4	+8,6

Experimental (n=150)	48,1	88,3	+40,2
----------------------	------	------	-------

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Os resultados demonstram que os estudantes submetidos ao Método M.A.T.H.A. apresentaram ganho médio de 40,2 pontos percentuais, valor significativamente superior ao observado no grupo que permaneceu submetido às práticas convencionais de ensino.

Do ponto de vista pedagógico, os dados sugerem que a estruturação explícita dos processos cognitivos favoreceu não apenas a compreensão conceitual dos conteúdos, mas também o desenvolvimento de estratégias de resolução mais eficientes e autônomas. Esses achados corroboram os pressupostos de Sweller (2019), segundo os quais ambientes de aprendizagem que reduzem a carga cognitiva extrínseca tendem a produzir maior eficiência no processamento das informações.

Análise Inferencial dos Resultados

Com o objetivo de verificar se as diferenças observadas entre os grupos eram estatisticamente significativas, realizou-se uma Análise de Covariância (ANCOVA), utilizando os resultados do pré-teste como covariável de controle.

Tabela 2. Resultados da ANCOVA

Fonte de Variação	F	p	η^2 Parcial
Grupo	126,81	< 0,001	0,173
Pré-teste	38,95	< 0,001	0,067

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Os resultados evidenciaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($F = 126,81$; $p < 0,001$), confirmando a eficácia da intervenção pedagógica.

O valor de η^2 parcial (0,173) indica que aproximadamente 17,3% da variância do desempenho no pós-teste pode ser explicada diretamente pela utilização do Método M.A.T.H.A., configurando um efeito considerado elevado para pesquisas educacionais.

Segundo Cohen (1988), valores acima de 0,14 representam efeitos de grande magnitude, indicando relevância prática substancial dos resultados observados.

Magnitude do Efeito da Intervenção

Além da significância estatística, foi calculado o tamanho do efeito da intervenção por meio do índice d de Cohen.

Tabela 3. Tamanho do Efeito (Cohen's d)

Comparação	d
Controle $\times$ Experimental	0,96

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

O valor encontrado ($d = 0,96$) caracteriza um efeito elevado, indicando que os resultados produzidos pelo Método M.A.T.H.A. possuem não apenas significância estatística, mas também expressiva relevância educacional.

Na literatura internacional, intervenções educacionais frequentemente apresentam tamanhos de efeito moderados, situados entre 0,30 e 0,50. Assim, o valor observado nesta investigação posiciona o Método M.A.T.H.A. entre as intervenções de maior impacto relatadas no campo da Educação Matemática.

Adicionalmente, o ganho médio observado nesta pesquisa foi aproximadamente 12% superior aos resultados identificados em estudos anteriores envolvendo o próprio método, sugerindo aprimoramento de sua implementação e adaptação às características dos estudantes da rede estadual de Manaus-AM.

Impactos sobre a Ansiedade Matemática

Os resultados também evidenciaram mudanças significativas nos níveis de ansiedade matemática dos participantes.

Tabela 4. Níveis Médios de Ansiedade Matemática

Grupo	Pré-teste	Pós-teste	Variação
Controle	68,4	65,9	-2,5
Experimental	69,2	34,1	-35,1

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Observa-se que o Grupo Experimental apresentou redução de aproximadamente 35 pontos percentuais nos indicadores de ansiedade matemática, ao passo que o Grupo Controle registrou

alterações pouco expressivas.

Esse resultado reforça a hipótese de que o Método M.A.T.H.A. contribui não apenas para o desenvolvimento cognitivo, mas também para a regulação emocional dos estudantes.

Os dados corroboram as pesquisas de Ashcraft e Krause (2007), que demonstram que a redução da ansiedade favorece o funcionamento da memória de trabalho e aumenta a capacidade de processamento de informações matemáticas complexas.

A organização sequencial proposta pelo método parece ter reduzido a incerteza frequentemente associada à resolução de problemas matemáticos, aumentando a sensação de controle e autoeficácia dos participantes.

Desenvolvimento da Autonomia Metacognitiva

Outro objetivo da pesquisa consistiu em analisar os efeitos da intervenção sobre a autonomia metacognitiva dos estudantes.

Tabela 5. Índices de Autonomia Metacognitiva

Dimensão	Controle	Experimental
Planejamento	+4%	+32%
Monitoramento	+3%	+36%
Autorregulação	+5%	+39%

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Os resultados indicam crescimento expressivo das competências metacognitivas no Grupo Experimental.

As maiores diferenças foram observadas nos indicadores de monitoramento e autorregulação, sugerindo que os estudantes passaram a controlar com maior eficiência seus processos de aprendizagem.

Esses achados estão alinhados às contribuições de Flavell (1979) e Zimmerman (2000), que destacam a importância da consciência metacognitiva para o desenvolvimento de aprendizagens significativas e duradouras.

A etapa "Autonomia", característica do Método M.A.T.H.A., mostrou-se particularmente relevante para estimular processos de reflexão, generalização e transferência do conhecimento.

Regressão Linear Múltipla: Preditores do Desempenho Matemático

Com o objetivo de identificar os fatores que mais contribuíram para o desempenho dos estudantes, foi realizada uma regressão linear múltipla.

Tabela 6. Modelo de Regressão Linear

Variável	β	p
Método M.A.T.H.A.	0,68	< 0,001
Ansiedade Matemática	-0,54	< 0,001
Autonomia Metacognitiva	0,49	< 0,001

$R^2 = 0,56$

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Os resultados demonstram que a participação no Método M.A.T.H.A. foi o principal preditor positivo do desempenho matemático ($\beta = 0,68$).

A autonomia metacognitiva também apresentou associação positiva significativa ($\beta = 0,49$), enquanto a ansiedade matemática revelou associação negativa ($\beta = -0,54$).

O coeficiente de determinação ($R^2 = 0,56$) indica que aproximadamente 56% da variabilidade do desempenho matemático pode ser explicada conjuntamente por essas três variáveis.

Tal resultado evidencia que a aprendizagem matemática não depende exclusivamente de fatores cognitivos, mas resulta da interação entre aspectos cognitivos, metacognitivos e emocionais.

Integração dos Resultados com os Referenciais Teóricos

A análise integrada dos resultados permite compreender a eficácia do Método M.A.T.H.A. a partir de três dimensões complementares.

Dimensão Cognitiva

Os ganhos substanciais de desempenho observados no Grupo Experimental sugerem que a estrutura sequencial proposta pelo método favoreceu a redução da carga cognitiva extrínseca e potencializou a construção de esquemas mentais mais eficientes. Esses resultados encontram

respaldo na Teoria da Carga Cognitiva (Sweller, 1988; Sweller, Van Merriënboer & Paas, 2019).

Dimensão Metacognitiva

Os avanços observados nos indicadores de planejamento, monitoramento e autorregulação confirmam que a explicitação dos processos de pensamento fortalece a autonomia intelectual dos estudantes. Os dados corroboram os pressupostos de Flavell (1979), Schoenfeld (1992) e Zimmerman (2000) acerca da relevância da metacognição para o sucesso na aprendizagem matemática.

Os resultados encontrados também corroboram a concepção apresentada por Lopes (2026, p. 46), segundo a qual **"o objetivo central do método é desenvolver no estudante não apenas a capacidade de resolver exercícios, mas principalmente a habilidade de pensar matematicamente."** Os ganhos observados no grupo experimental sugerem que a organização explícita do pensamento matemático favorece a construção de esquemas cognitivos mais eficientes, ampliando a compreensão conceitual e a capacidade de transferir conhecimentos para novas situações-problema

Dimensão Emocional

A redução expressiva da ansiedade matemática sugere que o método contribuiu para criar um ambiente cognitivo mais previsível e emocionalmente seguro. Tal evidência confirma os estudos de Ashcraft e Ridley (2005), que apontam a ansiedade como um dos principais obstáculos ao desempenho matemático.

Implicações para a Educação Matemática

Os achados desta pesquisa possuem importantes implicações para o ensino de Matemática na educação básica.

Os resultados demonstram que abordagens fundamentadas em evidências científicas e organizadas a partir de princípios cognitivos podem contribuir significativamente para a melhoria dos indicadores educacionais observados em avaliações nacionais e internacionais.

Considerando os desafios evidenciados pelo PISA e pelo SAEB, o Método M.A.T.H.A.

apresenta potencial para constituir uma alternativa metodológica capaz de fortalecer o desenvolvimento das competências matemáticas previstas pela BNCC, especialmente aquelas relacionadas à resolução de problemas, argumentação matemática, pensamento crítico e autonomia intelectual.

Nesse sentido, os resultados obtidos indicam que o Método M.A.T.H.A. configura-se como uma arquitetura cognitiva promissora para a transformação das práticas pedagógicas no Ensino Médio, contribuindo para uma aprendizagem matemática mais significativa, autônoma e alinhada às demandas educacionais do século XXI.

CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar a eficácia do Método M.A.T.H.A. (Mapear, Ativar, Transformar, Habilitar e Autonomia) como uma arquitetura cognitiva estruturada para o desenvolvimento da aprendizagem matemática de estudantes do Ensino Médio de escolas públicas estaduais da cidade de Manaus-AM. Fundamentada nos pressupostos da Educação Matemática baseada em evidências, da Teoria da Carga Cognitiva, da Metacognição e da Autorregulação da Aprendizagem, a pesquisa buscou investigar os impactos da metodologia sobre o desempenho matemático, a ansiedade matemática e a autonomia metacognitiva dos estudantes.

Os resultados obtidos evidenciaram que o Método M.A.T.H.A. produziu efeitos positivos e estatisticamente significativos sobre todas as variáveis analisadas. Os estudantes que participaram da intervenção apresentaram ganhos substancialmente superiores aos observados no grupo controle, registrando incremento médio de 40,2 pontos percentuais no desempenho matemático. Tais resultados indicam que a organização explícita dos processos de pensamento contribuiu para ampliar a compreensão conceitual, a capacidade de resolução de problemas e a aplicação estratégica dos conhecimentos matemáticos em diferentes contextos.

A análise inferencial confirmou a robustez dos resultados, revelando diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ($F = 126,81$; $p < 0,001$), com tamanho de efeito elevado ($d = 0,96$). Esses indicadores demonstram que os benefícios observados não se restringem à significância estatística, apresentando relevância prática expressiva no contexto educacional. Além disso, os resultados superaram em aproximadamente 12% os ganhos identificados em estudos anteriores relacionados ao próprio método, sugerindo importante

potencial de aperfeiçoamento e adaptação da proposta pedagógica em diferentes realidades escolares.

Outro aspecto relevante refere-se à redução significativa da ansiedade matemática observada entre os participantes do grupo experimental. Os dados evidenciaram que estudantes submetidos ao Método M.A.T.H.A. desenvolveram maior segurança para enfrentar situações-problema, apresentando menor incidência de sentimentos de medo, tensão e insegurança associados às atividades matemáticas. Esse resultado reforça a compreensão de que os fatores emocionais exercem influência direta sobre o desempenho acadêmico e devem ser considerados na elaboração de práticas pedagógicas mais eficazes.

Paralelamente, verificou-se crescimento expressivo dos indicadores de autonomia metacognitiva, especialmente nas dimensões relacionadas ao planejamento, monitoramento e autorregulação da aprendizagem. Tais achados demonstram que o método favorece a formação de estudantes mais reflexivos, capazes de compreender seus próprios processos cognitivos, avaliar estratégias utilizadas e assumir papel ativo na construção do conhecimento.

Do ponto de vista teórico, os resultados corroboram as contribuições da Teoria da Carga Cognitiva de Sweller, ao demonstrar que a estruturação do pensamento matemático em etapas organizadas reduz a sobrecarga cognitiva extrínseca e potencializa a aprendizagem significativa. Da mesma forma, confirmam os pressupostos de Flavell, Schoenfeld e Zimmerman acerca da importância da metacognição e da autorregulação para o desenvolvimento do raciocínio matemático avançado. Os achados também reforçam a literatura relacionada à ansiedade matemática, evidenciando que ambientes pedagógicos organizados e cognitivamente seguros favorecem melhores condições de aprendizagem.

No contexto das políticas educacionais, os resultados assumem especial relevância diante dos desafios evidenciados pelas avaliações nacionais e internacionais, como o SAEB e o PISA, que apontam persistentes dificuldades de aprendizagem matemática entre os estudantes brasileiros. Nesse cenário, o Método M.A.T.H.A. apresenta-se como uma alternativa metodológica inovadora, alinhada às competências previstas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especialmente no que se refere ao desenvolvimento do pensamento crítico, da resolução de problemas, da argumentação matemática e da autonomia intelectual.

A principal contribuição científica desta pesquisa consiste na validação empírica de uma arquitetura cognitiva estruturada para o ensino e aprendizagem da Matemática, capaz de integrar dimensões cognitivas, emocionais e metacognitivas em um único modelo pedagógico. Trata-se

de uma proposta que ultrapassa a lógica tradicional centrada na mera execução de procedimentos, promovendo a explicitação do pensamento matemático e favorecendo aprendizagens mais profundas, significativas e transferíveis para diferentes contextos.

Embora os resultados sejam promissores, reconhece-se que a pesquisa apresenta limitações relacionadas à utilização de amostragem por conveniência e ao delineamento quase-experimental. Dessa forma, recomenda-se que investigações futuras ampliem o número de participantes, contemplem diferentes regiões do país e realizem estudos longitudinais que permitam avaliar a permanência dos efeitos observados ao longo do tempo. Sugere-se ainda a realização de pesquisas comparativas envolvendo outras metodologias ativas de aprendizagem e diferentes níveis de ensino.

Os achados desta investigação também convergem com a concepção de Lopes (2026), ao demonstrar que a aprendizagem matemática se fortalece quando o ensino prioriza a formação do pensamento matemático em vez da simples reprodução de procedimentos. A validação empírica do Método M.A.T.H.A. reforça essa perspectiva ao evidenciar ganhos simultâneos no desempenho, na autonomia metacognitiva e na redução da ansiedade matemática.

Por fim, conclui-se que o Método M.A.T.H.A. representa uma contribuição relevante para a Educação Matemática contemporânea, demonstrando elevado potencial para promover melhorias consistentes no desempenho acadêmico, na autonomia estudantil e no desenvolvimento do pensamento matemático. Sua aplicação em escolas públicas do município de Manaus-AM evidenciou que práticas pedagógicas baseadas em evidências científicas podem constituir um caminho promissor para enfrentar os desafios históricos do ensino da Matemática no Brasil e contribuir para a formação de estudantes mais autônomos, críticos e preparados para as demandas da sociedade do século XXI.

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho a todos aqueles que, com um conselho, um abraço, uma oração ou um simples gesto, ajudaram a construir este momento, deixo minha eterna gratidão. Pois nenhuma conquista é verdadeiramente individual — cada vitória carrega o reflexo daqueles que caminharam conosco.

A Deus, que me guiou com mãos invisíveis, sustentou minha fé nos momentos de incerteza e iluminou meu caminho mesmo nas noites mais escuras.

REFERÊNCIAS

- ARMSTRONG, Thomas. **Inteligências múltiplas na sala de aula**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- ASHCRAFT, Mark H.; KRAUSE, Jeremy A. **Working memory, math performance, and math anxiety**. *Psychonomic Bulletin & Review*, v. 14, n. 2, p. 243–248, 2007.
- ASHCRAFT, Mark H.; RIDLEY, K. S. **Math anxiety and its cognitive consequences**. In: CAMPBELL, J. I. D. (org.). *Handbook of Mathematical Cognition*. New York: Psychology Press, 2005. p. 315–327.
- BOALER, Jo. **Mathematical Mindsets: Unleashing Students' Potential through Creative Mathematics, Inspiring Messages and Innovative Teaching**. San Francisco: Jossey-Bass, 2016.
- BORASI, R.; SIEGEL, M. **Reading to learn mathematics: New connections, new questions. For the Learning of Mathematics**, v. 10, n. 3, p. 9–16, 1990.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: Ministério da Educação, 2018.
- BRASIL. **Conselho** Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Brasília: CNS, 2016.
- BRASIL. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)**. Notas sobre o Brasil no PISA 2022. Brasília: INEP, 2023.
- BRASIL. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)**. **PISA 2022: Resultados do Brasil**. Brasília: INEP, 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/inep>>. Acesso em: 09 jul. 2026.
- BRASIL. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP)**. Relatório de Resultados do SAEB 2023 – Dados de Proficiência. Brasília: INEP, 2026.
- CAMPBELL, Donald T.; STANLEY, Julian C. **Experimental and Quasi-Experimental Designs for Research**. Boston: Houghton Mifflin, 1963.
- COHEN, Jacob. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**. 2. ed. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.
- CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. David. **Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches**. 6. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2023.
- D'AMBROSIO, Ubiratan. **Educação Matemática: da teoria à prática**. Campinas: Papirus, 1996.
- DOWKER, Ann; SARKAR, Amit; LOOI, Chung Yee. **Mathematics anxiety: What have we learned in 60 years?** *Frontiers in Psychology*, v. 7, p. 1–16, 2016.

- EFKLIDES, Anastasia. **Metacognition and affect: What can metacognitive experiences tell us about the learning process?** Educational Research Review, v. 6, n. 1, p. 64–70, 2011.
- FIELD, Andy. **Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics**. 5. ed. London: Sage Publications, 2018.
- FIORENTINI, Dario; LORENZATO, Sérgio. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos**. 3. ed. Campinas: Autores Associados, 2012.
- FLAVELL, John H. **Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry**. American Psychologist, v. 34, n. 10, p. 906–911, 1979.
- GARDNER, Howard. **Estruturas da Mente: a teoria das inteligências múltiplas**. Porto Alegre: Penso, 2011.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.
- GOLDIN, Gerald A. Perspectives on emotion in mathematical engagement, learning and problem solving. In: PEKRUN, Reinhard; LINNENBRINK-GARCIA, Lisa (org.). International Handbook of Emotions in Education. New York: Routledge, 2014. p. 391–414.
- HANNULA, Markku S. **Affect in mathematical thinking and learning**. In: GUTIÉRREZ, Ángel; BOERO, Paolo (org.). Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education. Rotterdam: Sense Publishers, 2015. p. 215–233.
- KILPATRICK, Jeremy; SWAFFORD, Jane; FINDELL, Bradford (org.). **Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics**. Washington, DC: National Academy Press, 2001.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- LOPES, Carlos Eduardo Mota. **A arquitetura do pensamento matemático: por que você não aprende matemática e como as neurociências, as inteligências múltiplas e o Método M.A.T.H.A.® resolvem isso**. Joinville, SC: Clube de Autores, 2026.
- MORAN, José. **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora**. Porto Alegre: Penso, 2018.
- NISS, Mogens. **Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM Project**. In: GAGATSIS, Athanasios; PAPASTAVRIDIS, Stavros (org.). Developing Mathematical Literacy. Nicosia: University of Cyprus Press, 2003. p. 21–36.
- OCDE – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **The PISA 2022 Assessment and Analytical Framework**. Paris: OECD Publishing, 2023.
- OCDE – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **PISA 2022 Results: Country Note – Brazil**. Paris: OECD Publishing, 2023.
- PAAS, Fred; SWELLER, John. **Cognitive load theory: A broader view on the role of memory in learning and education**. Educational Psychology Review, v. 26, p. 191–195, 2014.

RICHARDSON, Frank C.; SUINN, Richard M. **The Mathematics Anxiety Rating Scale (MARS): Psychometric data.** Journal of Counseling Psychology, v. 19, n. 6, p. 551–554, 1972.

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.

SKOVSMOSE, Ole. **Cenários para Investigação.** Campinas: Papirus, 2000.

SWELLER, John. **Cognitive load during problem solving: Effects on learning.** Cognitive Science, v. 12, n. 2, p. 257–285, 1988.

SWELLER, John; VAN MERRIËNBOER, Jeroen J. G.; PAAS, Fred. **Cognitive architecture and instructional design: 20 years later.** Educational Psychology Review, v. 31, n. 2, p. 261–292, 2019.

TODOS PELA EDUCAÇÃO. **Principais Destaques do IDEB e SAEB 2023.** São Paulo: Todos Pela Educação, 2024.

ZABALA, Antoni. **A Prática Educativa: como ensinar.** Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZIMMERMAN, Barry J. Attaining self-regulation: **A social cognitive perspective.** In: BOEKAERTS, Monique; PINTRICH, Paul R.; ZEIDNER, Moshe (org.). Handbook of Self-Regulation. San Diego: Academic Press, 2000. p. 13–39