

TECNOLOGIAS DIGITAIS, ALGORITMOS E APRENDIZAGENS VISÍVEIS E O ENSINO DE MATEMÁTICA NO ENSINO FUNDAMENTAL

Vicente Henrique de Oliveira Filho¹

Resumo: Este ensaio apresenta uma síntese teórica sobre a integração de tecnologias digitais no ensino de Matemática para estudantes do Ensino Fundamental, com ênfase no papel dos algoritmos e das aprendizagens visíveis. A pesquisa reúne os principais achados da literatura acadêmica recente (2020-2024), explorando metodologias inovadoras, desafios de implementação e evidências de impactos positivos. O comparativo obsequia com uma visão abrangente sobre como as tecnologias podem transformar o ensino-aprendizagem matemático, considerando aspectos pedagógicos, tecnológicos e socioeducacionais relevantes para educadores, pesquisadores e formuladores de políticas educacionais.

Palavras-chave: Tecnologias digitais; Ensino de Matemática; Aprendizagens matemáticas; Algoritmos

Área Temática: Tecnologias e Educação

INTRODUÇÃO

A integração das tecnologias digitais no contexto educacional brasileiro tem se intensificado nos últimos anos, especialmente no ensino fundamental, período crucial para o desenvolvimento do pensamento lógico-matemático. Este processo, que começou de forma tímida nas décadas anteriores, ganhou impulso significativo após as adaptações emergenciais impostas pela pandemia de COVID-19, quando o ensino remoto evidenciou tanto potencialidades quanto lacunas no uso de recursos digitais para o ensino de Matemática.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) reconhece explicitamente a importância das tecnologias digitais como ferramentas para o desenvolvimento das competências matemáticas, estabelecendo que os estudantes devem "utilizar processos e ferramentas matemáticas, inclusive tecnologias digitais disponíveis, para modelar e resolver problemas cotidianos, sociais e de outras

¹ Pós-Doutorado pela Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA). Doutor em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC - SP, Mestre em Educação em Ciências e Matemática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, PUCRS. oliveiravicente2025@gmail.com <http://lattes.cnpq.br/72974327071800>
<https://orcid.org/0000-0001-7203-9818>

áreas de conhecimento, validando estratégias e resultados" (BRASIL, 2018, p. 267). Este posicionamento oficial reflete uma tendência global de incorporação das tecnologias como elementos transformadores do processo educativo.

Os algoritmos, por sua vez, ocupam posição central tanto no currículo de Matemática quanto no universo das tecnologias digitais. No contexto educacional, os algoritmos transcendem sua definição tradicional como sequências finitas de instruções bem definidas para a resolução de problemas, assumindo também o papel de estruturas cognitivas que auxiliam na organização do pensamento matemático. Simultaneamente, os algoritmos computacionais que sustentam aplicativos educacionais, jogos digitais e plataformas adaptativas têm revolucionado as possibilidades de personalização do ensino.

A teoria da aprendizagem visível, popularizada por Hattie (2009), estabelece pontes importantes com estas tecnologias ao enfatizar a importância da metacognição, do feedback constante e da transparência nos processos de ensino-aprendizagem. Quando aplicada ao ensino de Matemática mediado por tecnologias, esta abordagem possibilita que estudantes visualizem seu próprio progresso, identifiquem lacunas de compreensão e desenvolvam maior autonomia em sua jornada de aprendizagem.

A relevância desta investigação se fundamenta em dados preocupantes sobre o desempenho dos estudantes brasileiros em Matemática. Segundo o Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) de 2019, apenas 42% dos estudantes do 5º ano e 22% dos estudantes do 9º ano do Ensino Fundamental atingiram níveis considerados adequados em Matemática (INEP, 2020). Este cenário desafiador, combinado com as desigualdades de acesso às tecnologias digitais evidenciadas justifica e compreender como as tecnologias digitais, os algoritmos e as aprendizagens visíveis podem contribuir para transformar positivamente o ensino de Matemática no Ensino Fundamental brasileiro.

OBJETIVO

O objetivo deste estudo é analisar criticamente os impactos da integração das tecnologias digitais e das práticas de aprendizagens visíveis no ensino de Matemática para estudantes do Ensino Fundamental, com ênfase particular no papel dos algoritmos como elementos estruturantes tanto do pensamento matemático quanto das soluções tecnológicas educacionais.

METODOLOGIA

A presente investigação adotou como procedimento metodológico uma revisão bibliográfica sistemática, seguindo princípios de rigor acadêmico estabelecidos por Kitchenham e Charters (2007) e adaptados para o contexto da pesquisa em Educação Matemática, a saber: i) Definição de parâmetros e bases de dados - Seleção das bases Periódicos CAPES, SciELO, Google Scholar,

ERIC e Research Gate para busca abrangente de publicações entre 2020-2024; ii) Estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão - Priorização de estudos empíricos e teóricos focados no Ensino Fundamental, com ênfase em publicações revisadas por pares; iii) Busca sistemática com descritores específicos - Utilização de combinações de termos como "tecnologias digitais" AND "ensino de matemática" AND "ensino fundamental" em português, inglês e espanhol; iv) Seleção e análise dos estudos - Leitura integral de 87 publicações selecionadas após triagem inicial de 245 trabalhos identificados

Para a análise dos dados coletados, utilizamos técnicas de análise de conteúdo qualitativa (Bardin, 2016), organizando os achados em categorias temáticas emergentes. O corpus analítico foi composto predominantemente por artigos científicos (68%), dissertações e teses (22%), além de livros e capítulos recentes (10%). A distribuição geográfica das publicações contemplou estudos brasileiros (62%) e internacionais (38%), permitindo uma visão tanto localizada quanto global do fenômeno investigado.

A análise privilegiou estudos com alto rigor metodológico, dando especial atenção a pesquisas que apresentavam evidências empíricas consistentes sobre os impactos das intervenções tecnológicas no ensino de Matemática. Os estudos de caso brasileiros foram examinados com profundidade adicional, buscando compreender as especificidades contextuais que influenciam a aplicação das tecnologias digitais nas salas de aula do Ensino Fundamental no país.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise sistemática da literatura sobre tecnologias digitais, algoritmos e aprendizagens visíveis no ensino de Matemática revelou um conjunto robusto de evidências e tendências que merecem discussão aprofundada. Os principais achados foram organizados em quatro eixos temáticos interconectados, que ilustram o panorama atual deste campo de investigação.

Os estudos analisados convergem para a constatação de que a integração adequada de softwares, aplicativos e plataformas digitais ao ensino de Matemática potencializa significativamente o engajamento dos estudantes e aprofunda a compreensão de conceitos abstratos. Pesquisas como as de Borba et al. (2020) e Santos e Silva (2021) demonstram que o uso de simulações interativas e representações dinâmicas permite que estudantes do Ensino Fundamental visualizem conceitos matemáticos de maneiras anteriormente impossíveis com recursos estáticos tradicionais.

Particularmente notáveis são os resultados obtidos com o uso de softwares de geometria dinâmica, que segundo Oliveira e Costa (2022) proporcionam ganhos expressivos na compreensão de conceitos geométricos entre estudantes do 6º ao 9º ano. Em um estudo quase-experimental conduzido por estas pesquisadoras com 248 estudantes de escolas públicas brasileiras, os grupos que utilizaram *GeoGebra* demonstraram desempenho médio 27% superior em avaliações de compreensão geométrica quando comparados aos grupos de controle.

Um achado significativo desta revisão é a crescente importância dos algoritmos computacionais na personalização do ensino de Matemática. Plataformas adaptativas baseadas em algoritmos de machine learning, como identificado por Rodrigues e Almeida (2023), têm demonstrado capacidade de identificar lacunas específicas na compreensão matemática de cada estudante e oferecer atividades direcionadas para superá-las. Esta abordagem, denominada "ensino algorítmicamente orientado" por estes autores, apresenta potencial transformador para a diferenciação pedagógica em salas de aula heterogêneas.

No contexto da inclusão digital, destacam-se os estudos de Carvalho et al. (2021) sobre algoritmos personalizados para o ensino de matemática a estudantes com deficiências específicas. Suas investigações demonstram que interfaces adaptativas podem remover barreiras significativas para estudantes com dislexia, discalculia e transtorno do espectro autista, proporcionando caminhos alternativos para a compreensão de conceitos matemáticos fundamentais, a saber: i) Personalização Algorítmica - Algoritmos de recomendação que analisam padrões de erros e acertos dos estudantes para ofertar conteúdos e atividades personalizadas, maximizando o potencial de aprendizagem individual; ii) Andaimos Cognitivos Digitais - Sistemas que oferecem suporte escalonado, apresentando dicas e orientações gradualmente reduzidas conforme o estudante demonstra domínio dos conceitos, promovendo autonomia progressiva; iii) Gamificação Matemática - Implementação de elementos lúdicos como pontuações, desafios e recompensas para estimular o engajamento e a persistência diante de conteúdos matemáticos desafiadores; iv) Análise de Aprendizagem - Coleta e processamento de dados sobre o desempenho e comportamento dos estudantes, gerando insights para intervenções docentes mais precisas e tempestivas.

A integração de práticas de aprendizagem visível ao ensino de Matemática mediado por tecnologias emerge como uma tendência particularmente promissora. Segundo os estudos de Fernandes e Martins (2021), estratégias que enfatizam a metacognição, o feedback imediato e a visualização do progresso têm demonstrado impactos mensuráveis no desenvolvimento da autoeficácia matemática e no desempenho em avaliações padronizadas.

Ferramentas digitais que permitem aos estudantes visualizarem seu próprio pensamento matemático, como os diários digitais de resolução de problemas estudados por Lima e Peixoto (2022), têm sido associadas a ganhos significativos nas habilidades de raciocínio algébrico e na capacidade de comunicar estratégias matemáticas. Este componente metacognitivo, potencializado pelas tecnologias digitais, demonstrou-se relevante nas transições entre o pensamento aritmético e o algébrico, momento crítico no desenvolvimento matemático dos estudantes do Ensino Fundamental.

Apesar das evidências promissoras, a revisão também identificou desafios substanciais na implementação efetiva das tecnologias digitais no

ensino de Matemática. A formação docente inadequada emerge como o principal obstáculo, com estudos como os de Souza et al. (2020) indicando que apenas 23% dos professores de Matemática do Ensino Fundamental sentem-se plenamente preparados para integrar tecnologias digitais em suas práticas pedagógicas cotidianas.

As desigualdades no acesso à infraestrutura tecnológica permanecem como outro desafio crítico, especialmente no contexto brasileiro. Dados analisados por Ribeiro e Monteiro (2023) revelam disparidades significativas entre escolas públicas e privadas, zonas urbanas e rurais, e diferentes regiões do país, sugerindo a necessidade de políticas públicas mais robustas para democratização do acesso a recursos digitais para o ensino de Matemática.

A integração curricular coerente das tecnologias digitais também se apresenta como um desafio persistente. A tendência de tratar a tecnologia como um "adendo" ao currículo regular, em vez de integrá-la organicamente ao desenvolvimento de conceitos matemáticos fundamentais, foi identificada por Castro e Oliveira (2021) como um fator limitante para a realização plena do potencial transformador das tecnologias digitais no ensino de matemática.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão sistemática de literatura sobre tecnologias digitais, algoritmos e aprendizagens visíveis no ensino de matemática para o ensino fundamental revela um campo de investigação em rápida evolução, com evidências consistentes de potenciais transformadores, mas também com desafios significativos a serem superados. Os avanços mais promissores identificados incluem o desenvolvimento de plataformas adaptativas baseadas em algoritmos personalizados, a criação de ambientes imersivos para visualização de conceitos matemáticos abstratos, e a implementação de práticas de aprendizagem visível potencializadas por tecnologias digitais de feedback imediato.

O panorama traçado por esta revisão aponta para lacunas de conhecimento que merecem atenção da comunidade acadêmica em futuras investigações. Entre as áreas prioritárias, destacam-se: estudos longitudinais sobre os impactos de longo prazo das intervenções tecnológicas no desenvolvimento do pensamento matemático; investigações sobre modelos híbridos que integrem efetivamente recursos digitais e analógicos no ensino de Matemática; pesquisas sobre o papel dos algoritmos de inteligência artificial na personalização da aprendizagem matemática; e estudos comparativos internacionais que identifiquem práticas promissoras passíveis de adaptação ao contexto educacional brasileiro.

O campo da integração de tecnologias digitais ao ensino de Matemática no Ensino Fundamental apresenta-se como um território fértil tanto para a inovação pedagógica quanto para a investigação acadêmica. Os avanços identificados sugerem que estamos apenas começando a compreender e explorar o potencial transformador dessas tecnologias quando integradas a abordagens pedagogicamente fundamentadas. O desafio que se coloca para

pesquisadores, educadores e formuladores de políticas públicas é garantir que essa transformação digital promova efetivamente a equidade, a qualidade e a relevância da Educação Matemática para todos os estudantes brasileiros.

REFERÊNCIAS

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BORBA, M. C.; ASKAR, P.; ENGELBRECHT, J.; GADANIDIS, G.; LLINARES, S.; AGUILAR, M. S. Blended learning, e-learning and mobile learning in mathematics education. **ZDM Mathematics Education**, v. 52, p. 385-400, 2020.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/CONSED/UNDIME, 2018.
- CARVALHO, R. L.; SANTOS, M. P.; OLIVEIRA, L. C. Algoritmos adaptativos para o ensino de matemática inclusiva: um estudo com estudantes neurodiversos. **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 27, n. 1, p. 45-62, 2021.
- CASTRO, A. L.; OLIVEIRA, C. R. Integração curricular de tecnologias digitais no ensino de matemática: análise de práticas no contexto da BNCC. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 23, n. 2, p. 178-196, 2021.
- FERNANDES, S. S.; MARTINS, P. L. Metacognição e aprendizagem visível no ensino de matemática: impactos de práticas digitais no desempenho escolar. **Bolema: Boletim de Educação Matemática**, v. 35, n. 70, p. 634-655, 2021.
- HATTIE, J. **Visible Learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement**. London: Routledge, 2009.
- INEP. **Sistema de Avaliação da Educação Básica: Resultados 2019**. Brasília: INEP, 2020.
- KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering**. Technical Report EBSE-2007-01, Keele University, 2007.
- LIMA, D. C.; PEIXOTO, J. L. B. Diários digitais de resolução de problemas: desenvolvimento da comunicação matemática e metacognição. **Zetetiké**, v. 30, p. 1-18, 2022.
- OLIVEIRA, M. T.; COSTA, R. C. Geometria dinâmica e visualização matemática: um estudo com o GeoGebra no ensino fundamental. **Revista de Educação Matemática**, v. 19, n. 2, p. 1-22, 2022.
- RIBEIRO, A. M.; MONTEIRO, S. B. Desigualdades digitais e ensino de matemática no Brasil: análise dos dados TIC Educação 2022. **Educação & Sociedade**, v. 44, n. 1, p. 230-249, 2023.
- RODRIGUES, L. F.; ALMEIDA, V. T. Ensino algorítmicamente orientado: potencialidades da personalização tecnológica na educação matemática. **Ciência & Educação**, v. 29, p. e22031, 2023.
- SANTOS, F. J.; SILVA, M. R. Representações dinâmicas e compreensão conceitual em matemática: uma análise com estudantes do ensino fundamental. **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 14, n. 36, p. 1-19, 2021.



SOUZA, M. J.; ALVES, R. C.; CAMPOS, P. S. Tecnologias digitais no ensino de matemática: diagnóstico da formação docente nas escolas públicas brasileiras. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 18, n. 1, p. 113-122, 2020.