



TECNOLOGIAS DIGITAIS COMO ALIADAS NO ENFRENTAMENTO DAS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM EM MATEMÁTICA: REVISÃO DE LITERATURA COM ANÁLISE DOCUMENTAL

Mariza da Silva Guimarães¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Foz do Iguaçu, Brasil

Resumo: Este trabalho analisa o potencial das tecnologias digitais no enfrentamento de dificuldades de aprendizagem em Matemática nos anos finais do Ensino Fundamental. Trata-se de revisão de literatura com análise documental, fundamentada em estudo com 617 estudantes. Os resultados indicam que softwares, plataformas adaptativas e IA generativa podem apoiar conteúdos críticos. Conclui-se que, associadas à mediação docente, essas tecnologias contribuem para reduzir lacunas de aprendizagem.

Palavras-chave: Recursos Computacionais; Ensino Fundamental; Inovação Pedagógica; Aprendizagem em Matemática.

INTRODUÇÃO

A Matemática ocupa lugar central na formação cidadã e científica, sendo reconhecida como instrumento essencial para a leitura crítica do mundo e para a construção do raciocínio lógico-dedutivo (D'Ambrosio, 2002). Apesar dessa centralidade, o ensino da disciplina convive, há décadas, com elevados índices de insatisfação discente e com lacunas persistentes de aprendizagem evidenciadas em avaliações de larga escala (Inep, 2024), sobretudo nos anos finais do Ensino Fundamental, etapa em que a transição para a linguagem algébrica e o aprofundamento da geometria evidenciam fragilidades acumuladas dos anos anteriores.

A literatura especializada tem apontado, como uma das causas dessa insatisfação, a manutenção de práticas pedagógicas centradas na transmissão mecânica de procedimentos, desvinculadas do cotidiano discente (Carraher; Carraher; Schliemann, 2011; D'Ambrosio, 2002). Em contrapartida, a expansão acelerada das tecnologias digitais nas últimas duas décadas, intensificada pela pandemia de COVID-19 e pela popularização da inteligência artificial generativa (IA), reposicionou o debate sobre o papel dos recursos computacionais no processo de ensino-aprendizagem (Borba; Silva; Gadanidis, 2018; Unesco, 2023).

Estudos de campo conduzidos no início dos anos 2000 já indicavam recursos como softwares de geometria dinâmica como aliados promissores para conteúdos específicos. Passadas duas décadas, ampliou-se substancialmente o ecossistema digital disponível — plataformas adaptativas, simuladores, ambientes de programação visual, assistentes baseados em modelos

de linguagem —, o que justifica revisitar dificuldades historicamente mapeadas à luz desse novo cenário tecnológico.

Diante disso, o presente trabalho tem por objetivo analisar como as tecnologias digitais contemporâneas podem auxiliar estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental no enfrentamento das dificuldades de aprendizagem em Matemática historicamente identificadas em pesquisa de campo. Como objetivos específicos, busca-se: (i) sistematizar as dificuldades contedísticas mapeadas no estudo-base, por ano; (ii) identificar, na literatura recente, recursos digitais com potencial pedagógico para cada dificuldade; e (iii) discutir limites e condições para a integração desses recursos à prática docente.

MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de pesquisa qualitativa, de natureza descritivo-analítica, configurada como revisão narrativa de literatura articulada à análise documental de dados secundários (Gil, 2019). A escolha desse desenho metodológico justifica-se pelo objetivo de cotejar evidências empíricas previamente coletadas com a produção acadêmica recente sobre tecnologias educacionais.

O corpus documental compôs-se de duas fontes complementares: (i) um estudo de campo desenvolvido em colégio estadual paranaense, no município de Foz do Iguaçu, com 617 estudantes dos quatro últimos anos do Ensino Fundamental, correspondendo a 82% dos matriculados nessas turmas. A coleta original empregou questionário estruturado, com duas questões — uma sobre a relação afetiva com a disciplina e outra sobre os conteúdos de maior dificuldade percebida — aplicado em 2025 e



analisado mediante tabulação descritiva por ano, com cálculo de frequência e percentual de ocorrência; e (ii) o conjunto de publicações científicas recuperadas na revisão de literatura.

A revisão foi realizada nas bases SciELO, Portal de Periódicos da CAPES e Google Acadêmico, no recorte temporal de 2024 a 2025, utilizando os descritores “tecnologias digitais” AND “educação matemática”, “GeoGebra” AND “ensino fundamental”, “inteligência artificial” AND “matemática escolar”, “gamificação” AND “aprendizagem matemática”. O recorte temático considerou ainda revisões sistemáticas recentes sobre IA na Educação Matemática (Souza; Jucá, 2024; Rodrigues, 2024; Walkington, 2025; Liu; Zhang; Wang, 2026).

Critérios de inclusão: artigos em periódicos com avaliação por pares, capítulos de livros de referência e documentos oficiais (BNCC, relatórios da Unesco), em português, inglês ou espanhol, com aderência direta aos conteúdos identificados no corpus documental. Critérios de exclusão: trabalhos duplicados, resumos de eventos sem texto completo, e produções sem fundamentação empírica ou teórica explícita. Foram pré-selecionados 187 registros, dos quais 24 compuseram a análise final após leitura integral. Para sistematização dos dados, utilizou-se planilha eletrônica estruturada com os campos: autor, ano, base, conteúdo matemático abordado, tecnologia descrita, nível de ensino, evidências reportadas e limitações.

Adotou-se análise temática (Bardin, 2016), em três etapas: (1) identificação, no corpus documental, do conteúdo de maior dificuldade percebida por ano; (2) mapeamento, na literatura selecionada, de tecnologias digitais com aplicação documentada para o respectivo conteúdo; e (3) síntese interpretativa, articulando achados empíricos e produção teórica, com discussão de potencialidades e limitações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sistematização dos dados secundários revelou padrões de dificuldade distintos por ano, descritos na Tabela 1, com proporção elevada de estudantes que relataram dificuldade em ao menos um conteúdo: 71% no 6º ano, 82% no 7º ano, 75% no 8º e 93% no 9º — indicador da intensificação progressiva das lacunas ao longo do ciclo.

Tabela 1 — Conteúdo de maior dificuldade percebida por ano

Ano	Conteúdo de maior dificuldade	% de ocorrência	Alunos com dificuldade em ≥ 1 conteúdo
6º	Sistema de Numeração Romano	19,0%	71%
7º	Equações do 1º grau com uma incógnita	36,7%	82%
8º	Fatoração de Polinômios	23,3%	75%
9º	Razões Trigonométricas	25,5%	93%

Fonte: elaborado a partir dos dados secundários do corpus documental analisado.

3.1 Sistema de numeração romano e a contextualização histórica digital

A dificuldade dos alunos do 6º com o sistema de numeração romano associa-se, segundo o estudo-base, ao tratamento descontextualizado do conteúdo no livro didático. A literatura contemporânea aponta que recursos digitais de história da Matemática como vídeos curtos, infográficos interativos, linhas do tempo navegáveis e jogos com finalidade educativa favorecem a contextualização cultural exigida pela Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018). Plataformas como Khan Academy e canais educativos no YouTube oferecem narrativas visuais que conectam a notação romana a usos atuais (capítulos de livros, relógios, séculos), fortalecendo o significado social do conteúdo (Kenski, 2012).

3.2 Equações do 1º grau e ambientes de álgebra dinâmica

O 7º ano apresentou o maior percentual de dificuldade em um único conteúdo: equações do 1º grau com uma incógnita (36,7%). Borba, Silva e Gadanidis (2018) descrevem as fases das tecnologias digitais em educação matemática e destacam o GeoGebra como ambiente capaz de articular representações algébrica, gráfica e numérica em tempo real, favorecendo o trânsito entre registros de representação semiótica (Duval, 2003). Convergindo com essa perspectiva, Freitas et al. (2026) reportam avanços de desempenho e maior engajamento em turmas do Ensino Fundamental que utilizaram o software como apoio à resolução de equações.

Aplicativos como Photomath e assistentes de inteligência artificial generativa, como o ChatGPT em uso supervisionado, permitem ao estudante visualizar o passo a passo da resolução, reformular hipóteses e obter retorno imediato, materializando o que Moran (2018) descreve como aprendizagem ativa e personalizada; Walkington (2025) sistematiza esse



uso da IA generativa em quatro frentes: resolução de problemas, tutoria e feedback, adaptação de tarefas e apoio ao planejamento docente. Plataformas adaptativas (Matific, Khan Academy) complementam esse cenário ao ajustar o nível de dificuldade ao desempenho do aluno, atendendo à heterogeneidade característica dessa fase escolar.

3.3 Fatoração de polinômios e visualização algébrico-geométrica

No 8º ano, a fatoração de polinômios foi apontada como conteúdo de maior dificuldade (23,3%). O estudo-base já indicava que a composição e decomposição de figuras planas, recurso pouco explorado pelo livro didático adotado, favoreceria a construção do conceito. As tecnologias atuais ampliam essa potencialidade: o GeoGebra permite manipular áreas correspondentes a produtos notáveis e fatorações, enquanto ambientes como Desmos viabilizam a exploração gráfica imediata de polinômios e seus fatores. Tais recursos materializam a abordagem construtivista que Papert (2008) defendia ao propor a construção do conhecimento por meio da interação com objetos manipuláveis — agora digitais. Nessa direção, Rodrigues (2024) propõe uma sequência didática com o GeoGebra voltada especificamente ao ensino de fatoração nos anos finais do Ensino Fundamental, apoiada na resolução e formulação de problemas, e identifica avanços na compreensão algébrico-geométrica dos estudantes.

3.4 Razões trigonométricas e geometria dinâmica

No 9º ano, as razões trigonométricas concentraram a maior dificuldade declarada (25,5%). Esse conteúdo articula geometria, álgebra e linguagem matemática específica, configurando obstáculo epistemológico recorrente (Brousseau, 2008). A literatura é convergente quanto à eficácia de softwares de geometria dinâmica — o GeoGebra ocupa hoje o lugar que o Cabri-Géomètre ocupava nos anos 2000 — para a construção autônoma dos conceitos de seno, cosseno e tangente, a partir da variação contínua de triângulos retângulos e da observação das razões resultantes (Borba; Silva; Gadanidis, 2018). Em complemento, aplicações de realidade aumentada e simuladores de fenômenos físicos (rampas, alturas inacessíveis) reapproximam o conteúdo de situações reais; a revisão sistemática de Souza e Jucá (2024) confirma a predominância dessas aplicações na geometria escolar, com efeitos positivos sobre motivação e engajamento dos estudantes. A meta-análise de Liu, Zhang e Wang (2026) reforça essa direção, ao identificar a geometria como o domínio matemático em que o uso de IA generativa apresenta efeitos mais expressivos sobre a aprendizagem.

A Tabela 2 sintetiza essas correspondências, articulando cada dificuldade identificada aos recursos

digitais com aplicação documentada na literatura recente.

Tabela 2 — Correspondência entre dificuldades conteudísticas e tecnologias digitais

Ano	Dificuldade	Tecnologia digital sugerida	Principais referências
6º	Sistema de Numeração Romano	Vídeos educativos; infográficos interativos; linhas do tempo navegáveis	Kenski (2012); Brasil (2018)
7º	Equações do 1º grau com uma incógnita	GeoGebra; Photomath; IA generativa supervisionada; plataformas adaptativas	Borba, Silva e Gadanidis (2018); Moran (2018); Freitas et al. (2026); Walkington (2025)
8º	Fatoração de Polinômios	GeoGebra; Desmos; ambientes de manipulação algébrico-geométrica	Papert (2008); Borba, Silva e Gadanidis (2018); Rodrigues (2024)
9º	Razões Trigonômétricas	GeoGebra; realidade aumentada; simuladores de fenômenos físicos	Borba, Silva e Gadanidis (2018); Souza; Jucá (2024); Liu, Zhang e Wang (2026)

Fonte: elaboração própria a partir da revisão de literatura.

3.5 Síntese: potencialidades, limites éticos e condições para a integração

A análise conjunta das tecnologias mapeadas evidencia três vantagens centrais: contextualização, por meio de visualizações e narrativas históricas; personalização, viabilizada por plataformas adaptativas e por assistentes baseados em IA generativa; e manipulação dinâmica de objetos matemáticos, possibilitada por softwares de geometria dinâmica. Esses ganhos, contudo, não se sustentam sem mediação pedagógica qualificada (Vygotsky, 2007). A inteligência artificial generativa, em particular, amplia possibilidades como tutoria personalizada, geração de exercícios diferenciados e suporte ao planejamento docente, mas a Unesco (2023) alerta para a necessidade de governança institucional, alfabetização em IA para docentes e estudantes, e atenção a vieses, privacidade e dependência cognitiva. Sem essa mediação, há risco de que a tecnologia reforce justamente a lógica transmissiva que se pretende superar (Kenski, 2012).

A literatura também apresenta limitações relevantes: (i) parte significativa das evidências provém de contextos de alta renda, com menor representatividade



de escolas públicas brasileiras (Tripathi, 2024); (ii) há escassez de estudos longitudinais sobre o impacto efetivo na aprendizagem (Walkington, 2025); e (iii) embora a meta-análise mais recente indique efeito positivo moderado da IA generativa, aponta menor certeza para domínios não cognitivos como motivação e autoconceito matemático (Liu; Zhang; Wang, 2026). A integração efetiva pressupõe, assim, formação continuada, infraestrutura adequada e revisão curricular — condições ainda desiguais na rede pública brasileira.

CONCLUSÃO

Esta pesquisa articulou dados empíricos previamente coletados e literatura recente sobre tecnologias digitais na educação matemática. O trajeto envolveu três etapas: sistematização das dificuldades por ano, mapeamento de recursos digitais correspondentes e síntese interpretativa.

Os resultados indicam que cada dificuldade conteudística encontra resposta tecnológica documentada. O sistema de numeração romano conecta-se a recursos de história digital. As equações do 1º grau dialogam com geometria dinâmica e IA generativa supervisionada. A fatoração de polinômios beneficia-se da manipulação algébrico-geométrica. As razões trigonométricas encontram suporte em ambientes dinâmicos e realidade aumentada.

A meta-análise mais recente confirma efeito positivo moderado da IA generativa sobre a aprendizagem matemática. Os achados alinham-se à BNCC e às recomendações da Unesco sobre IA na educação.

Como limitações, destacam-se três pontos. Primeiro, o caráter de revisão, sem aplicação empírica dos recursos no contexto escolar do estudo-base. Segundo, a predominância de evidências internacionais oriundas de contextos de alta renda. Terceiro, a escassez de estudos longitudinais sobre impacto na aprendizagem.

Como perspectivas futuras, recomendam-se: (i) pesquisas experimentais que testem os recursos mapeados em escolas públicas brasileiras; (ii) estudos longitudinais sobre efeitos cognitivos e motivacionais; e (iii) investigações sobre formação docente para uso crítico da IA generativa.

Conclui-se que a integração das tecnologias digitais não é solução automática. Ela exige formação continuada, infraestrutura adequada e projeto pedagógico consistente. Quando articulada à mediação reflexiva do professor, potencializa a aprendizagem matemática sem substituir o protagonismo docente.

REFERÊNCIAS

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

BORBA, M. C.; SILVA, R. S. R. da; GADANIDIS, G. **Fases das tecnologias digitais em Educação Matemática: sala de aula em movimento**. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

BROUSSEAU, G. **Introdução ao estudo das situações didáticas: conteúdos e métodos de ensino**. São Paulo: Ática, 2008.

CARRAHER, T. N.; CARRAHER, D. W.; SCHLIEMANN, A. D. **Na vida dez, na escola zero**. 16. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática: elo entre as tradições e a modernidade**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

DUVAL, R. Registros de representação semiótica e funcionamento cognitivo da compreensão em matemática. In: MACHADO, S. D. A. (org.). **Aprendizagem em matemática: registros de representação semiótica**. Campinas: Papirus, 2003. p. 11-33.

FREITAS, R. A. de; CARNEIRO, L. G. de O.; SANTOS, T.; XAVIER, S.; SOUZA, G. de. O uso do GeoGebra como ferramenta de apoio no ensino de sistemas de equações lineares: uma abordagem com metodologias ativas. **Revista de Matemática da UFOP**, Ouro Preto, v. 1, n. 1, 2026. DOI: <https://doi.org/10.63801/rmat.v1i1.8511>.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). Relatório do Saeb 2023: principais resultados. Brasília, DF: Inep, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/avaliacao-e-exames-educacionais/saeb>. Acesso em: 25 abr. 2026.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8. ed. Campinas: Papirus, 2012.

LIU, B.; ZHANG, W.; WANG, F. Can generative artificial intelligence effectively enhance students' mathematics learning outcomes? A meta-analysis of empirical studies from 2023 to 2025. **Education Sciences**, Basel, v. 16, n. 1, art. 140, 2026. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci16010140>.

MORAN, J. M. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, L.; MORAN, J. (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 1-25.



PAPERT, S. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Edição revisada. Porto Alegre: Artmed, 2008.

RODRIGUES, D. C. P. **Uma proposta de sequência didática utilizando o GeoGebra como recurso de ensino de fatoração**. 2024. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional) — Instituto de Matemática e Tecnologia, Universidade Federal de Catalão, Catalão, 2024.