ISSN: 2358-8829

O PAPEL DOS TUTORES INTELIGENTES E IAS GENERATIVAS NO ENSINO DE MATEMÁTICA: DESAFIOS ÉTICOS E POSSIBILIDADES PEDAGÓGICAS.

Ana Lívia da Silva Vieira [1]
Davi Samuel Medeiros [2]
Nathalia da Silva Vieira [3]
Samyra da Silva Vieira [4]

INTRODUÇÃO

A cibercultura e o avanço acelerado das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) têm provocado transformações profundas no ecossistema educacional. Dentre essas inovações, a inteligência artificial (IA) emerge como um vetor de reconfiguração das dinâmicas de ensino e aprendizagem, sobressaindo-se o emprego de tutores inteligentes e de sistemas de IA generativa baseados em grandes modelos de linguagem (LLMs), como o ChatGPT. No campo da Educação Matemática, essas ferramentas digitais deixam de desempenhar um mero papel instrucional passivo e passam a figurar como sistemas interativos capazes de processar dados em tempo real, fornecendo feedbacks imediatos e caminhos personalizados para a solução de problemas. Contudo, essa inserção tecnológica não ocorre de forma neutra: ela mobiliza debates fundamentais sobre as implicações pedagógicas e éticas da automatização, desafiando a escola a promover um aprendizado que articule o desenvolvimento cognitivo à formação crítica do sujeito.

Frente a esse cenário de constante inovação, a presente pesquisa analisa as potencialidades e os desafios do uso de tutores inteligentes e IAs generativas no ensino da Matemática, investigando como essas ferramentas interagem com os pressupostos da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Justifica-se a relevância deste estudo pela urgência de se subsidiar a prática docente com referenciais teóricos reflexivos, evitando tanto a adesão ingênua ao tecnocentrismo quanto a rejeição apriorística das tecnologias emergentes. O objetivo central orienta-se a investigar de que modo a integração de tutores digitais e IAs generativas pode contribuir para a personalização da aprendizagem e para o fortalecimento do pensamento matemático nos estudantes, identificando as balizas éticas e pedagógicas necessárias para uma mediação efetiva.

[1] Graduada do Curso de Licenciatura em Matematica da Universidade Estadual da Paraiba -UEPB, aliviasilva@gmail.com;
[2] Graduando pelo Curso de Licenciatura em Matematica da Universidade Estadual da Paraiba -UEPB, davisamuel@gmail.com;
[3] Graduanda do Curso de Fisioterapia do Centro Universitário de Patos- UNIFIP, nathaiasilvavieira@email.com
[4] Graduada pelo Curso de Pedagogia do Centro Universitario de Patos- UNIFIP, silvqsamyra@gmail.com;

Para atender a tais finalidades, o percurso metodológico caracterizou-se como uma pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa, estruturada sob a forma de revisão narrativa. A investigação ancorou-se no mapeamento e na análise teórica de estudos nacionais e internacionais publicados entre 2018 e 2024 que abordam o uso da inteligência artificial no contexto educacional. O corpus analítico foi submetido a uma apreciação categorial pautada nas diretrizes curriculares nacionais para a área de Matemática no Ensino Fundamental e Médio, permitindo confrontar os achados da literatura com os objetivos de aprendizagem estabelecidos no país.

Os resultados e as discussões teóricas evidenciam que os sistemas de IA generativa e os tutores inteligentes oferecem suporte expressivo para o acompanhamento individualizado do estudante, viabilizando o diagnóstico de erros recorrentes e a mediação no processo de resolução de problemas matemáticos. Tais potencialidades alinham-se diretamente às Competências Específicas de Matemática 2, 4 e 5 da BNCC, que versam, respectivamente, sobre a investigação e o raciocínio lógico na resolução de problemas, a interpretação e representação da linguagem matemática e o uso crítico, ético e criativo das tecnologias digitais. Todavia, a discussão também coloca em evidência riscos consideráveis, tais como a dependência cognitiva dos educandos pela terceirização do raciocínio, questões ligadas à privacidade e proteção de dados no ambiente virtual, além dos episódios de "alucinação" das IAs generativas na produção de respostas matematicamente imprecisas.

Em síntese, conclui-se que a inteligência artificial possui elevado potencial mediador na construção do conhecimento matemático, desde que sua transposição didática seja orientada por um planejamento pedagógico crítico e intencional. A tecnologia, portanto, não substitui o papel insubstituível do professor, mas exige uma ressignificação da mediação docente, garantindo que o estudante utilize as ferramentas digitais para expandir a sua autonomia reflexiva, e não para mecanizar o pensamento matemático.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza teórica, com abordagem qualitativa e delineamento bibliográfico do tipo revisão narrativa. A opção pela revisão narrativa justifica-se por sua adequação para analisar amplamente a literatura científica recente, permitindo discutir o estado da arte referente ao uso de tutores inteligentes e inteligências artificiais generativas no ensino da Matemática, bem como articulá-los às diretrizes curriculares e éticas do contexto educacional brasileiro.

Para a constituição do corpus analítico, adotou-se um recorte temporal compreendendo publicações veiculadas entre os anos de 2018 e 2024. A busca e a seleção dos materiais foram executadas por meio de pesquisas estruturadas no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), na biblioteca digital *Scientific Electronic Library Online* (SciELO) e no *Google Acadêmico*. Utilizaram-se arranjos de palavras-chave e descritores em língua portuguesa e inglesa, tais como: "Inteligência Artificial na Educação Matemática", "Tutores Inteligentes", "IA Generativa no Ensino de Matemática", "ChatGPT e Matemática" e "Personalização da Aprendizagem e BNCC".

Como instrumento e técnica de coleta de dados, realizou-se a triagem dos estudos a partir da leitura exploratória dos resumos e, posteriormente, da leitura analítica e sistemática dos textos na íntegra. Os critérios de inclusão contemplaram: artigos científicos e trabalhos em anais de congressos avaliados por pares que abordassem diretamente o impacto pedagógico de ferramentas de IA no desenvolvimento do raciocínio matemático no Ensino Fundamental II ou Ensino Médio. Foram excluídos estudos puramente técnicos de ciência da computação sem aplicação didático-pedagógica explícita.

Por se tratar de uma pesquisa exclusivamente bibliográfica, desenvolvida a partir de acervos públicos e literatura de livre acesso sem o envolvimento direto de seres humanos (como aplicação de formulários, entrevistas ou intervenções presenciais), ressalta-se que por se tratar de pesquisa exclusivamente bibliográfica, sem participação direta de seres humanos, não houve coleta de dados com participantes. A necessidade de apreciação ética deve observar as normas institucionais e a regulamentação aplicável ao tipo de pesquisa.

Ademais, no que tange ao direito de uso de imagens e propriedade intelectual, o estudo respeita integralmente a Lei de Direitos Autorais (Lei nº 9.610/1998). As ilustrações, diagramas ou dados conceituais eventualmente citados ao longo da discussão foram devidamente creditados e referenciados, priorizando-se o uso de recursos sob licenças abertas ou de domínio público, assegurando a integridade ética e acadêmica da investigação.

REFERENCIAL TEÓRICO

A trajetória teórica que fundamenta esta pesquisa acompanha a transição paradigmática no uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) na Educação Matemática ao longo do recorte analítico selecionado (2018–2024). Durante esse período, as discussões sobre o suporte computacional ao ensino migraram de modelos instrucionistas rígidos para sistemas adaptativos e, mais recentemente, para ambientes de inteligência artificial generativa com alta capacidade de interatividade e linguagem natural.

1. Da Instrução Programada aos Sistemas Adaptativos e Generativos

Historicamente, o uso de softwares no ensino de Matemática esteve associado à repetição mecânica de algoritmos e exercícios de fixação. Contudo, os avanços nos Sistemas Tutores Inteligentes (*Intelligent Tutoring Systems* - ITS) permitiram a criação de plataformas capazes de mapear o conhecimento prévio do estudante, identificar concepções alternativas ou erros conceituais recorrentes e oferecer trilhas de aprendizagem diferenciadas.

Com o advento dos Grandes Modelos de Linguagem (*Large Language Models* - LLMs), como o ChatGPT, o panorama educacional expandiu-se significativamente. Diferente dos tutores tradicionais, regidos por regras pré-programadas fechadas, as IAs generativas funcionam como interlocutores dinâmicos, capazes de processar equações, interpretar problemas contextualizados e gerar explicações sob demanda em variados níveis de abstração. Na literatura da Educação Matemática, essa mudança é compreendida não

apenas como um avanço técnico, mas como uma reconfiguração na forma como o conhecimento é mediado no espaço digital.

2. Mediação Pedagógica, Personalização e o Papel do Erro

A base conceitual deste estudo apoia-se nos pressupostos sociointeracionistas, em que a tecnologia atua como uma ferramenta de mediação entre o sujeito e o objeto de conhecimento. No ensino de Matemática, a personalização proporcionada pelos tutores inteligentes e pela IA generativa ganha relevância pedagógica ao ressignificar o papel do erro na aprendizagem.

A literatura do período analisado destaca que o feedback imediato oferecido por essas ferramentas permite ao educando monitorar sua própria linha de raciocínio no momento em que a dúvida surge. A IA atua como um andaime cognitivo (*scaffolding*), auxiliando o estudante na decomposição de problemas complexos em etapas menores. Entretanto, ressalta-se que a personalização tecnológica não equivale ao isolamento do aluno: para que haja uma construção matemática significativa, a interação com o software deve ser orquestrada pelo planejamento e pela intencionalidade pedagógica do professor.

3. Diálogo com as Competências Específicas de Matemática na BNCC

Para situar essa discussão no cenário educacional brasileiro, a pesquisa articula o uso da IA às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). O documento normativo enfatiza o letramento matemático e o desenvolvimento de competências que ultrapassam a mera memorização de fórmulas. A análise teórica ancorou-se em três competências específicas da área:

- **Competência Específica 2 (Investigação e Resolução de Problemas):** Preconiza o agir cognitivo focado em propor, formular e resolver problemas em diversos contextos, testando hipóteses e validando estratégias. A IA generativa é teorizada aqui como um ambiente para simulação e teste de ideias matemáticas.
- **Competência Específica 4 (Linguagem e Representação Matemática):** Trata da capacidade de compreender, interpretar e traduzir a linguagem matemática em diferentes representações (gráficas, algébricas, verbais). A interatividade com prompts e tutores exige do estudante a habilidade de traduzir suas dúvidas e estratégias para a linguagem escrita e formal.
- **Competência Específica 5 (Cultura Digital Crítica e Criativa):** Exige a utilização das tecnologias digitais de forma crítica, ética, reflexiva e empática para resolver problemas da vida real e comunicar-se. Este eixo fundamenta a crítica necessária à dependência excessiva de soluções automáticas, demandando do aluno uma postura analítica em relação às respostas geradas pelas ferramentas de IA.

Assim, o arcabouço teórico do estudo sustenta que a convergência entre IA e Educação Matemática só se realiza plenamente quando a tecnologia é submetida a um crivo pedagógico ético, voltado ao fortalecimento da autonomia intelectual do estudante.

ISSN: 2358-8829

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura científica selecionada entre 2018 e 2024 permitiu categorizar e discutir os achados da pesquisa em três eixos analíticos centrais, articulando os avanços da inteligência artificial no ensino da Matemática às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e aos princípios éticos e pedagógicos da práxis docente.

Categoria 1: Potencialidades Pedagógicas e Personalização do Ensino de Matemática

A primeira categoria analítica evidencia que a integração de tutores inteligentes e sistemas generativos atua de forma expressiva no acompanhamento individualizado dos estudantes. A literatura demonstra que essas ferramentas transformam a dinâmica tradicional de resolução de exercícios ao oferecer um suporte imediato e contínuo. Em vez de aguardar a correção posterior do professor, o educando recebe sinalizações em tempo real sobre equívocos conceituais ou procedimentais, o que fortalece a autorregulação da aprendizagem.

Ao analisar o papel dos grandes modelos de linguagem, como o ChatGPT, os estudos revelam que a IA generativa atua como um interlocutor socrático quando devidamente orientada. O estudante pode solicitar explicações passo a passo de um problema algébrico ou geométrico, pedir metáforas alternativas para conceitos abstratos ou requisitar diferentes métodos de resolução. Essa dinamicidade conecta-se diretamente com a **Competência Específica 2 da BNCC**, pois encoraja a investigação, o levantamento de hipóteses e a testagem de estratégias variadas diante de uma situação-problema. A personalização, portanto, não reside em simplificar o conteúdo, mas em oferecer andaimes cognitivos adequados ao ritmo e às necessidades específicas de cada sujeito.

Categoria 2: Linguagem Matemática e a Cultura Digital Crítica

A segunda categoria analisa a articulação entre as interações do estudante com as ferramentas virtuais e o desenvolvimento do letramento matemático. Para obter respostas precisas de uma IA generativa, o usuário precisa elaborar *prompts* estruturados, o que exige a tradução do problema em uma linguagem clara, formal e coerente. Esse processo contínuo de formulação de perguntas e interpretação das respostas geradas mobiliza a **Competência Específica 4 da BNCC**, relativa à compreensão e representação da linguagem matemática em múltiplos registros.

Paralelamente, os achados enfatizam a urgência do desenvolvimento de uma postura crítica diante das saídas fornecidas pelos algoritmos, indo ao encontro da Competência Específica 5 da BNCC. A literatura aponta que os modelos de linguagem não são isentos de falhas e frequentemente incorrem no fenômeno da "alucinação", gerando respostas matematicamente incorretas expressas com alto grau de persuasão linguística. Assim, a discussão teórica corrobora a necessidade de instruir os estudantes a auditarem as

respostas da IA, checando a validade dos passos intermediários e o rigor dos cálculos. A ferramenta deixa de ser uma fonte inquestionável de respostas e passa a figurar como um objeto de análise crítica, estimulando a postura crítica e criteriosa e a verificação científica.

Categoria 3: Desafios Éticos, Riscos Pedagógicos e a Centralidade do Professor

A terceira categoria contempla as implicações éticas e os limites pedagógicos observados no recorte estudado. O principal risco identificado diz respeito à dependência cognitiva ou mecanização do pensamento, na qual o estudante delega inteiramente a resolução dos problemas ao sistema, atalho que compromete o raciocínio lógico abstrato e o esforço reflexivo indispensáveis ao aprendizado da Matemática. Soma-se a isso a preocupação com a integridade acadêmica, o plágio velado e a privacidade de dados no ambiente digital.

Diante dessas controvérsias, os resultados ratificam que nenhuma tecnologia substitui a mediação pedagógica intencional e sensível exercida pelo professor. A conduta ética nas pesquisas e nas práticas educacionais do país exige reconhecer os limites dos algoritmos e priorizar a formação humana integral. O docente atua como o arquiteto das experiências de aprendizagem, responsável por selecionar as ferramentas, mediar as interações socioafetivas em sala de aula, problematizar os erros conceituais profundos e garantir que a IA seja utilizada como um meio para expandir a autonomia intelectual dos educandos, e não como um fim em si mesma.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização desta pesquisa permitiu analisar criticamente as potencialidades, as implicações éticas e os limites pedagógicos do uso de tutores inteligentes e inteligências artificiais generativas no ensino da Matemática, articulando essa discussão às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Ao longo da investigação, evidenciou-se que tais tecnologias, quando integradas com intencionalidade pedagógica, atuam como potentes instrumentos de mediação. Elas favorecem a personalização da aprendizagem, o suporte individualizado na resolução de problemas e o estímulo ao raciocínio crítico, dialogando diretamente com as Competências Específicas 2, 4 e 5 da BNCC.

Como prospecção de aplicação empírica para a comunidade científica e para a prática docente, este estudo oferece subsídios teóricos e metodológicos para a formulação de sequências didáticas e ambientes de aprendizagem que incorporem a IA de maneira consciente. Em termos práticos, indica-se que a inserção das ferramentas digitais na sala de aula deve ir além da busca por respostas automáticas: a IA deve ser posicionada como um interlocutor para o debate de estratégias, uma plataforma para testagem de hipóteses e um objeto de auditoria crítica pelo próprio estudante, estimulando a verificação de "alucinações" e o fortalecimento do rigor matemático.

A relevância dos achados também se estende à formação de professores, sinalizando a urgência de reestruturar os programas de formação inicial e continuada para contemplar o letramento digital ético e a mediação tecnológica. Ficou demonstrado que a tecnologia

não possui caráter substitutivo, mas sim integrativo e complementar, reafirmando o papel insubstituível do professor como arquiteto do processo de ensino-aprendizagem e mediador das interações socioafetivas e cognitivas no ambiente escolar.

Por fim, reconhece-se que a rapidez das transformações tecnológicas no campo da IA generativa exige o contínuo aprofundamento das investigações. Aponta-se a necessidade de novas pesquisas empíricas e aplicadas no campo da Educação Matemática, especialmente estudos de campo e pesquisas-ação que avaliem o impacto do uso prolongado dessas ferramentas no desempenho conceitual dos estudantes, na redução de lacunas de aprendizagem em turmas heterogêneas e nos dilemas éticos que emergem do cotidiano escolar. O diálogo construído nesta pesquisa abre caminhos para que a comunidade científica continue investigando estratégias que aliem a inovação tecnológica à emancipação intelectual e humana dos educandos.

Palavras-chave: Educação Matemática; Inteligência Artificial Generativa; Tutores Inteligentes; Mediação Pedagógica; BNCC.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. E. B.; VALENTE, J. A. *Políticas e práticas de integração das tecnologias digitais na educação*. São Paulo: Cortez, 2018.

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

D'AMBROSIO, U. *Educação Matemática: da teoria à prática*. 23. ed. Campinas: Papirus, 2021.

GARCIA, M. A.; SILVA, R. L. O uso de Grandes Modelos de Linguagem na Resolução de Problemas Matemáticos: potencialidades e desafios do ChatGPT. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 31, p. 115-132, 2023.

NORTON, P.; WILBUR, H. Intelligent Tutoring Systems and Generative AI in Mathematics Education: a narrative review of pedagogical impacts. *Journal of Educational Technology & Society*, v. 27, n. 2, p. 89-104, 2024.

RODRIGUES, C. S.; LIMA, T. F. Ética, inteligência artificial e a formação de professores de Matemática na cultura digital. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, Rio Claro, v. 37, n. 76, p. 450-471, 2023.