

Inteligência Artificial na Educação Matemática: uma revisão sistemática da literatura

Daniella Soares Nogueira Ribeiro¹
Instituto Federal do Espírito Santo

Rony Cláudio de Oliveira Freitas²
Instituto Federal do Espírito Santo

RESUMO

Este estudo apresenta uma revisão sistemática da literatura sobre o uso da inteligência artificial na Educação Matemática, com o objetivo de mapear e analisar pesquisas que abordam essa intersecção em contextos educacionais diversos. A investigação baseia-se em uma metodologia rigorosa de seleção, categorização e análise de produções científicas disponíveis em bases nacionais e internacionais, considerando publicações entre 2020 e 2025. A sistematização dos dados revela tendências, enfoques teóricos e metodológicos, bem como lacunas e potencialidades para o desenvolvimento de práticas educativas mediadas por tecnologias inteligentes. Os resultados evidenciam uma crescente valorização da inteligência artificial como recurso didático e investigativo, destacando seu papel no estímulo ao pensamento matemático, na personalização da aprendizagem e na mediação de processos reflexivos. A revisão contribui para ampliar o debate sobre as implicações pedagógicas, éticas e epistemológicas da inteligência artificial na formação matemática, oferecendo subsídios para pesquisadores, professores e professoras interessados em construir experiências formativas críticas e inovadoras.

Palavras-chave: inteligência artificial; educação matemática; revisão sistemática da literatura.

Artificial Intelligence in Mathematics Education: a systematic literature review

ABSTRACT

This study presents a systematic review of the literature on the use of artificial intelligence in Mathematics Education, with the aim of mapping and analyzing research that addresses this intersection in different educational contexts. The research is based on a rigorous methodology of selection, categorization, and analysis of scientific productions available in national and international databases, considering publications between 2020 and 2025. The systematization of the data reveals trends, theoretical and methodological approaches, as well as gaps and potential for the development of educational practices mediated by intelligent technologies. The results show a growing appreciation of artificial intelligence as a didactic and investigative resource, highlighting its role in stimulating mathematical thinking, personalizing learning, and mediating reflective processes. The review contributes to broadening the debate on the pedagogical,

¹Doutoranda em Educação em Ciências e Matemática pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES). Professora Efetiva da Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo. Bolsista de doutorado na Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes) no Programa de Capacitação de Recursos Humanos na Pós-graduação (PROCAP), Vitória, Espírito Santo, Brasil. Endereço para correspondência: Av. Vitória, 1729 - Jucutuquara, Vitória - ES, 29040-780. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7031-2291>. E-mail: daniellasonori@gmail.com.

²Doutor em Educação pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Professor Titular no Instituto Federal do Espírito Santo – campus Vitória (IFES). Endereço para correspondência: Av. Vitória, 1729 - Jucutuquara, Vitória - ES, 29040-780. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9044-3109>. E-mail: freitarsco@gmail.com.

ethical, and epistemological implications of artificial intelligence in mathematics education, offering support for researchers and teachers interested in building critical and innovative educational experiences.

Keywords: artificial intelligence; mathematics education; systematic literature review.

Inteligencia Artificial en la Educación Matemática: una revisión sistemática de la literatura

RESUMEN

Este estudio presenta una revisión sistemática de la literatura sobre el uso de la inteligencia artificial en la Educación Matemática, con el objetivo de mapear y analizar investigaciones que aborden esta intersección en diversos contextos educativos. La investigación se basa en una metodología rigurosa de selección, categorización y análisis de producciones científicas disponibles en bases de datos nacionales e internacionales, considerando publicaciones entre 2020 y 2025. La sistematización de los datos revela tendencias, enfoques teóricos y metodológicos, así como brechas y potencialidades para el desarrollo de prácticas educativas mediadas por tecnologías inteligentes. Los resultados muestran una creciente valoración de la inteligencia artificial como recurso de enseñanza e investigación, destacando su papel en la estimulación del pensamiento matemático, la personalización del aprendizaje y la mediación de los procesos reflexivos. La revisión contribuye a ampliar el debate sobre las implicaciones pedagógicas, éticas y epistemológicas de la inteligencia artificial en la educación matemática, ofreciendo apoyo a investigadores, docentes y profesores interesados en construir experiencias de formación críticas e innovadoras.

Palabras clave: inteligencia artificial; educación matemática; revisión sistemática de la literatura.

CONTEXTO DA INVESTIGAÇÃO

O desenvolvimento recente da inteligência artificial tem ampliado o interesse de pesquisadores pela incorporação de sistemas computacionais capazes de realizar inferências, reconhecer padrões e produzir respostas baseadas em grandes conjuntos de dados. No campo educacional, esses sistemas passaram a ser investigados como recursos capazes de apoiar processos de ensino e de aprendizagem, especialmente em contextos mediados por tecnologias digitais. Estudos sobre inteligência artificial aplicada à educação indicam que tais sistemas podem operar na análise de dados educacionais, na geração de feedback automatizado e na adaptação de atividades conforme o desempenho dos estudantes (Luckin et al., 2016; Holmes; Bialik; Fadel, 2019). Pesquisas de revisão também demonstram crescimento do número de investigações sobre aplicações da inteligência artificial no ensino superior e em ambientes de aprendizagem digitais, especialmente no que se refere ao uso de algoritmos para análise de desempenho e apoio à tomada de decisão pedagógica (Zawacki-Richter et al., 2019).

No campo da Educação Matemática, a relação entre tecnologias digitais e produção de conhecimento possui trajetória consolidada. Investigações realizadas desde o final do século XX analisam como a interação entre sujeitos e tecnologias reorganiza formas de raciocínio, de representação e de produção de significados matemáticos. Nesse contexto, a presença de tecnologias digitais não se restringe ao uso instrumental de

ferramentas, mas envolve transformações nas formas de pensar, comunicar e produzir conhecimento matemático. Estudos sobre a interação entre humanos e mídias digitais indicam que a presença de tecnologias reorganiza práticas cognitivas e amplia possibilidades de representação e exploração de conceitos matemáticos (Borba; Villarreal, 2005).

No que se refere especificamente à inteligência artificial, uma das aplicações mais investigadas na Educação Matemática corresponde aos sistemas tutores inteligentes. Esses sistemas utilizam modelos computacionais para analisar respostas dos estudantes, identificar padrões de erro e oferecer sugestões ou feedback durante a resolução de tarefas matemáticas. Pesquisas sobre ambientes de aprendizagem baseados em tutoria inteligente indicam que tais sistemas podem apoiar o acompanhamento do desempenho dos estudantes e adaptar o nível de dificuldade das atividades conforme o progresso observado (Koedinger et al., 1997).

Apesar do crescimento das investigações sobre o tema, estudos sobre tecnologia educacional apontam que muitas pesquisas sobre inteligência artificial permanecem orientadas por perspectivas instrumentais voltadas à automação de processos e à mensuração de resultados educacionais. Em diversas situações, as tecnologias são analisadas prioritariamente em termos de eficiência técnica ou de desempenho mensurável, com menor articulação com fundamentos pedagógicos e teorias da aprendizagem (Selwyn, 2019). Nesse sentido, a expansão de sistemas baseados em algoritmos tem sido associada ao fenômeno da dataficação da educação, processo no qual práticas educacionais passam a ser mediadas por coleta, análise e interpretação de grandes volumes de dados educacionais (Williamson; Eynon; Potter, 2020).

No campo da Educação Matemática, tal processo pode produzir deslocamentos na compreensão do conhecimento matemático quando a aprendizagem passa a ser interpretada prioritariamente a partir de indicadores automatizados de desempenho ou de acerto e erro em tarefas digitais. A presença de sistemas baseados em dados também levanta questões relacionadas à governança educacional, à autonomia docente e à transparência dos processos de avaliação automatizada (Williamson; Piattoeva, 2022). Esses debates indicam a necessidade de examinar criticamente as formas pelas quais a inteligência artificial tem sido mobilizada em contextos educacionais.

Diante desse cenário, torna-se relevante compreender de forma sistemática como a inteligência artificial tem sido abordada nas pesquisas do campo da Educação

Matemática. Nesse contexto, o presente estudo apresenta os resultados de uma revisão sistemática da literatura realizada com o objetivo de identificar tendências, abordagens e lacunas nas investigações sobre o uso da inteligência artificial no ensino e na aprendizagem da matemática. Para esse fim, foram analisadas produções científicas indexadas em bases nacionais e internacionais publicadas entre os anos de 2020 e 2025.

O artigo encontra se organizado em quatro seções principais. Após esta seção de contextualização, apresenta se um percurso teórico que discute conceitos e perspectivas relacionadas à inteligência artificial na educação e na Educação Matemática. Em seguida, descrevem se os procedimentos metodológicos adotados na revisão sistemática da literatura. Posteriormente, apresentam se os resultados da análise do corpus e a discussão interpretativa dos achados. O texto encerra se com as considerações finais, nas quais são indicadas limitações do estudo e possibilidades para investigações futuras.

BREVE PERCURSO TEÓRICO – INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

A incorporação de tecnologias digitais nos processos educacionais tem sido objeto de investigação em diferentes áreas do conhecimento, especialmente diante da expansão de sistemas computacionais baseados em análise de dados e aprendizagem de máquina. No campo da educação, a inteligência artificial passou a ser investigada como conjunto de técnicas computacionais capazes de apoiar processos de ensino e aprendizagem por meio da análise de dados educacionais, da adaptação de atividades e da geração de feedback automatizado. Russell e Norvig (2016) definem a inteligência artificial como o campo da ciência da computação dedicado ao desenvolvimento de agentes capazes de perceber o ambiente, processar informações e agir de forma a alcançar determinados objetivos. A partir dessa perspectiva, sistemas baseados em inteligência artificial utilizam algoritmos para identificar padrões em grandes volumes de dados e produzir respostas ou recomendações a partir dessas análises.

No contexto educacional, Luckin et al. (2016) analisam diferentes aplicações da inteligência artificial na educação, indicando que essas tecnologias podem ser utilizadas para apoiar a personalização da aprendizagem, a análise de dados educacionais e o acompanhamento do progresso dos estudantes em ambientes digitais de aprendizagem. Holmes, Bialik e Fadel (2019) argumentam que sistemas baseados em inteligência artificial podem ampliar a capacidade de análise de informações produzidas em ambientes

educacionais digitais, permitindo identificar padrões de interação, dificuldades recorrentes e trajetórias de aprendizagem dos estudantes.

No campo da Educação Matemática, a discussão sobre tecnologias digitais precede o debate contemporâneo sobre inteligência artificial. Pesquisas desenvolvidas ao longo das últimas décadas investigam como a interação entre sujeitos e tecnologias digitais participa da produção de conhecimento matemático e reorganiza práticas cognitivas associadas à resolução de problemas e à representação de conceitos matemáticos. Borba e Villarreal (2005) argumentam que a interação entre humanos e mídias digitais reorganiza o pensamento matemático, uma vez que tecnologias passam a integrar processos de representação, experimentação e comunicação de ideias matemáticas.

Entre as aplicações mais investigadas da inteligência artificial na educação encontram-se os sistemas tutores inteligentes. Koedinger et al. (1997) descrevem esses sistemas como ambientes computacionais desenvolvidos para acompanhar o desempenho do estudante durante a resolução de tarefas e oferecer intervenções adaptativas ao longo do processo de aprendizagem. Esses sistemas utilizam modelos cognitivos para interpretar respostas dos estudantes e fornecer orientações ou feedback durante a resolução de problemas. No ensino de matemática, tais sistemas têm sido utilizados para acompanhar estratégias de resolução, identificar padrões de erro e adaptar o nível de dificuldade das atividades conforme o desempenho do estudante.

Apesar do crescimento dessas aplicações, a literatura sobre tecnologia educacional também destaca a necessidade de analisar criticamente o uso da inteligência artificial em contextos educativos. Selwyn (2019) argumenta que a análise das tecnologias educacionais deve considerar não apenas suas capacidades técnicas, mas também suas implicações sociais, políticas e pedagógicas. Nesse sentido, a incorporação de sistemas baseados em algoritmos tem sido associada ao aumento da coleta e análise de dados educacionais.

Williamson, Eynon e Potter (2020) utilizam o conceito de dataficação da educação para descrever processos nos quais práticas educacionais passam a ser organizadas a partir da coleta e análise de dados gerados em plataformas digitais de aprendizagem. Nesse cenário, sistemas computacionais passam a produzir métricas relacionadas ao desempenho discente, à participação em atividades e à progressão em tarefas.

No campo da Educação Matemática, essas transformações suscitam debates sobre as formas pelas quais tecnologias baseadas em inteligência artificial participam da organização das práticas pedagógicas. A presença desses sistemas pode modificar formas de acompanhamento do desempenho discente, de produção de explicações matemáticas e de organização das atividades de aprendizagem.

A reflexão sobre o uso de tecnologias educacionais também pode ser articulada com teorias pedagógicas que enfatizam a mediação social da aprendizagem. Vygotsky (1978) argumenta que o desenvolvimento cognitivo ocorre por meio de processos de interação social e de mediação cultural, nos quais instrumentos e signos participam da construção do conhecimento. Nessa perspectiva, tecnologias educacionais podem ser compreendidas como instrumentos mediadores que participam das práticas educativas sem substituir a interação social e a mediação pedagógica realizada pelo professor.

Hattie (2009), ao analisar evidências empíricas sobre fatores associados ao desempenho educacional, destaca que o feedback constitui um dos elementos relevantes nos processos de aprendizagem, pois permite ao estudante compreender seus avanços e dificuldades durante o percurso educativo. Em ambientes digitais de aprendizagem, sistemas baseados em inteligência artificial podem produzir diferentes formas de feedback automatizado, contribuindo para o acompanhamento do desempenho discente.

Outra perspectiva relevante para compreender processos de aprendizagem mediada por tecnologias é apresentada por Brown, Collins e Duguid (1989), que discutem o conceito de aprendizagem situada. Esses autores argumentam que a aprendizagem tende a ocorrer de forma mais consistente quando os estudantes participam de práticas relacionadas ao uso efetivo do conhecimento em contextos sociais específicos. Em ambientes educacionais digitais, tecnologias baseadas em inteligência artificial podem ampliar possibilidades de interação, simulação e exploração de conceitos matemáticos, permitindo que estudantes experimentem diferentes representações e estratégias de resolução de problemas.

A discussão sobre tecnologias e aprendizagem também aparece nos trabalhos de Papert (1980), que defendia o uso de tecnologias computacionais como instrumentos de exploração e construção do conhecimento. Para Papert (1980), tecnologias digitais podem ampliar as possibilidades de experimentação e representação de ideias matemáticas, desde que utilizadas como ferramentas de investigação e não como substitutas da mediação pedagógica.

Além das dimensões pedagógicas, pesquisas recentes também discutem implicações sociais e éticas relacionadas ao uso da inteligência artificial na educação. Entre os temas investigados encontram-se questões relacionadas ao acesso desigual às tecnologias, à privacidade de dados educacionais e à possibilidade de reprodução de vieses algorítmicos. Nesse contexto, a análise do uso da inteligência artificial na Educação Matemática exige considerar tanto suas potencialidades pedagógicas quanto seus efeitos nas práticas educativas e nas políticas educacionais.

Diante dessas discussões, torna-se relevante examinar de forma sistemática como a inteligência artificial tem sido abordada nas pesquisas do campo da Educação Matemática. A revisão sistemática da literatura realizada neste estudo busca analisar produções científicas publicadas entre os anos de 2020 e 2025, com o objetivo de identificar tendências de investigação, abordagens teóricas mobilizadas e lacunas nas pesquisas sobre o uso da inteligência artificial no ensino e na aprendizagem da matemática.

METODOLOGIA

A presente seção descreve os procedimentos metodológicos adotados para a condução desta Revisão Sistemática da Literatura (RSL), com o objetivo de mapear e analisar a produção científica sobre a aplicação da Inteligência Artificial na Educação Matemática. A revisão sistemática constitui um procedimento metodológico estruturado que permite identificar, selecionar e analisar estudos relevantes de forma transparente e replicável, reduzindo vieses na síntese da produção científica (Petticrew; Roberts, 2006; Higgins; Green, 2011).

Justificativa da Revisão Sistemática da Literatura

A complexidade e a crescente relevância da integração da IA com as práticas pedagógicas na Educação Matemática evidenciam a necessidade de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) para fornecer um panorama abrangente e crítico do estado da arte nesse campo. A Revisão Sistemática da Literatura constitui um procedimento metodológico estruturado que permite identificar, selecionar e analisar estudos relevantes de forma transparente e replicável, reduzindo vieses na síntese da produção científica (Petticrew; Roberts, 2006; Higgins; Green, 2011).

A escolha da RSL como método de pesquisa se justifica pelos seus benefícios, que incluem (Petticrew; Roberts, 2006):

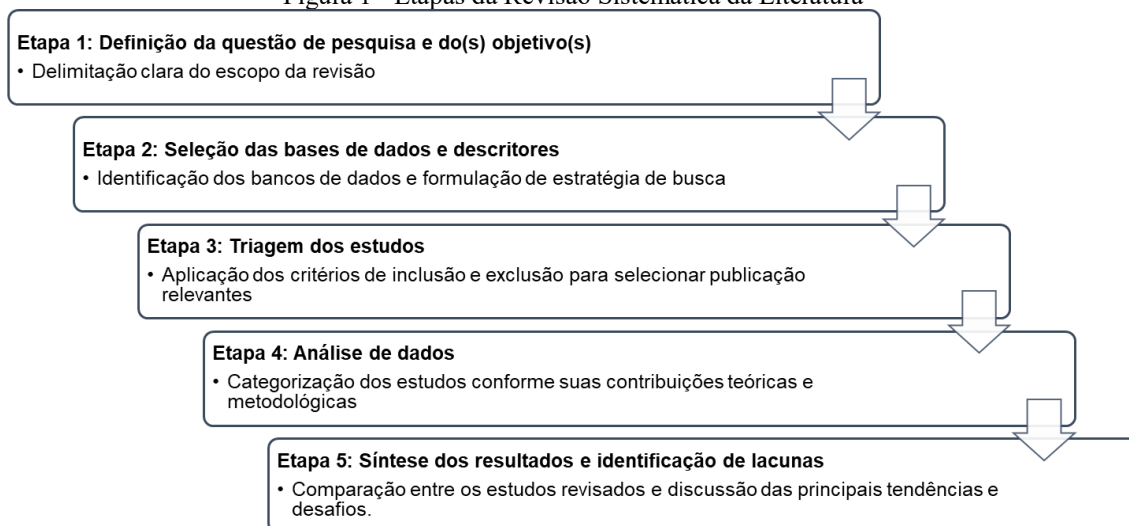
- Entendimento do estado da arte: A RSL, ao seguir critérios rigorosos e bem definidos, oferece maior cobertura e confiabilidade sobre o tema pesquisado, permitindo identificar as principais tendências e abordagens na aplicação da IA na Educação Matemática.
- Identificação de lacunas na pesquisa: A RSL possibilita a visualização de áreas negligenciadas e oportunidades para novos estudos, revelando as lacunas no conhecimento sobre como a IA pode ser efetivamente integrada ao ensino e à aprendizagem da matemática.
- Proposição de soluções ou aporte teórico: A RSL contribui para discussões críticas sobre as problemáticas enfrentadas na aplicação da IA na Educação Matemática e para a aplicação prática dos resultados da pesquisa, fornecendo subsídios para o desenvolvimento de novas ferramentas e metodologias.
- Atualização do conhecimento científico: A RSL fornece uma base para a publicação de documentos relevantes e avançados na área de interesse, sintetizando o conhecimento existente e apontando direções para futuras pesquisas.

Além disso, a RSL segue um método replicável, transparente e rigoroso que reduz vieses, promove a imparcialidade e assegura a qualidade dos dados analisados (Higgins; Green, 2011).

Procedimentos Metodológicos

A elaboração da RSL foi baseada nas etapas propostas por Petticrew e Roberts (2006) e Higgins e Green (2011), conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Etapas da Revisão Sistemática da Literatura



Fonte: Adaptado pelos autores com base em Petticrew e Roberts (2006) e Higgins e Green (2011).

O ponto de partida para a Revisão Sistemática da Literatura (RSL) foi a definição clara do problema de pesquisa e dos objetivos que orientaram o estudo. Neste trabalho, o foco está na aplicação da Inteligência Artificial (IA) na Educação Matemática, com ênfase nas práticas pedagógicas, ferramentas e sistemas que utilizam a IA para apoiar o ensino e a aprendizagem da matemática.

A questão central que orienta esta revisão sistemática é: Como a Inteligência Artificial tem sido aplicada na Educação Matemática e quais impactos são identificados nos processos de ensino e de aprendizagem?

Com base nessa reflexão, foram delineados os seguintes objetivos específicos:

- Identificar as principais abordagens teóricas e metodológicas utilizadas em pesquisas sobre a aplicação da IA na Educação Matemática.
- Mapear as ferramentas e sistemas que utilizam a IA para apoiar o ensino e a aprendizagem de diferentes tópicos e conceitos matemáticos.
- Analisar os resultados de pesquisas que investigaram a eficácia e o impacto da IA na Educação Matemática.
- Identificar os desafios e as limitações da aplicação da IA na Educação Matemática.
- Mapear lacunas na literatura que possam subsidiar futuras investigações e orientar o desenvolvimento de novas práticas pedagógicas.

Estratégia de Busca

Nesta etapa, foram selecionados os descritores que orientaram a busca sistemática. Os termos foram escolhidos considerando palavras-chave frequentemente utilizadas em

pesquisas sobre Inteligência Artificial e Educação Matemática. Para garantir abrangência e precisão, os descritores foram combinados utilizando operadores booleanos (AND, OR), permitindo diferentes variações das expressões de pesquisa. Foram geradas *strings* de busca que combinam os termos acima em diferentes idiomas, conforme apresentado no Quadro 1:

Quadro 1 - Comparação de *Strings* de Busca

Idioma	<i>String</i> Principal
Português	("inteligência artificial" OR IA) AND ("educação matemática")
Inglês	("artificial intelligence" OR AI) AND ("mathematics education")
Espanhol	("inteligencia artificial" OR IA) AND ("educación matemática")

Fonte: Elaboração pelos autores.

A busca foi realizada nos campos **título, resumo e palavras-chave** das bases de dados selecionadas, considerando variações terminológicas relacionadas à Inteligência Artificial e à Educação Matemática.

Para gerenciar as referências e organizar os dados coletados de natureza qualitativa, foi utilizada a planilha BUSCAD³ (Mansur; Altoé, 2021). Essa ferramenta, desenvolvida no Microsoft Excel®, oferece funcionalidades avançadas para importação e tratamento de dados, como: (i) reconhecimento de registros duplicados; (ii) classificação conforme os critérios de inclusão e exclusão; (iii) exportar dados para relatórios.

O período selecionado para análise foi de 2020 a 2025, buscando capturar a produção científica mais recente sobre o tema. Para compor esta revisão, foram selecionadas bases de dados reconhecidas por sua relevância acadêmica e abrangência. As bases utilizadas foram o Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (Capes T&D), a *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), a *Springer*, o Portal Periódicos CAPES, o *Directory of Open Access Journals* (DOAJ), a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), e Scopus (Elsevier). A inclusão dessas bases permite uma ampla cobertura de fontes, incluindo tanto a produção acadêmica nacional quanto internacional.

A fim de garantir a relevância dos estudos selecionados, foram estabelecidos critérios de inclusão e exclusão. Conforme apresentado no Quadro 2:

Quadro 2 - Critério de inclusão e exclusão para RSL

³Versão v.2.9.3.xlm

Critério (C)		Inclusão (I)		Exclusão (E)	
IDIOMA	01	Português, inglês ou espanhol	CI-01	Outros idiomas	CE-01
RELEVÂNCIA	02	Estudos sobre Inteligência Artificial e Educação Matemática	CI-02	Trabalhos sem relação direta com esses temas	CE-02
PERÍODO	03	Publicações entre 2020 e 2025	CI-03	Publicações anteriores a 2020	CE-03
FONTE	04	Artigos, dissertações, teses, livros e capítulos de livros.	CI-04	Trabalhos sem revisão ou acesso restrito	CE-04
QUALIDADE	05	Fator de impacto \geq B2	CI-05	Trabalhos sem fator de impacto ou incompletos	CE-05

Fonte: Elaboração pelos autores.

Após o processo de seleção, realizado em 04 de abril de 2025, procedeu-se à análise detalhada dos estudos selecionados, incluindo leitura integral e exame descritivo dos materiais identificados. Essa etapa permitiu examinar resultados reportados nas pesquisas, bem como identificar tendências investigativas, abordagens metodológicas recorrentes e lacunas presentes na literatura analisada. O quantitativo de registros identificados nas bases de dados consultadas encontra-se sistematizado no Quadro 3.

O Quadro 3 apresenta a síntese do quantitativo de registros identificados nas bases de dados consultadas, considerando as diferentes combinações de descritores utilizadas nas buscas.

Quadro 3 - Quantitativo de pesquisas encontradas por base de dados BUSCA

Publicações no período de 2020 a 2025 no banco de dados			
Buscador	" <i>inteligência artificial</i> " AND " <i>educação matemática</i> "	" <i>artificial intelligence</i> " AND " <i>mathematics education</i> "	" <i>inteligencia artificial</i> " AND " <i>educación matemática</i> "
Capes: T&D	18	5	0
Scielo	2	1	1
Springer	1	1000	0
Periódicos	21	440	8
DOAJ	7	55	6
BDTD	11	8	1

ERIC	0	153	0
Pubmed	0	20	0
Total	60	1682	16

Fonte: Elaboração pelos autores.

O processo de análise descritiva tem como finalidade identificar, registrar e examinar características, fatores e variáveis relacionadas ao fenômeno investigado. Nesse estudo, a análise descritiva possibilitou reconhecer padrões recorrentes nos trabalhos selecionados, permitindo examinar tendências de investigação e relações entre variáveis presentes nas pesquisas analisadas (Perovano, 2016).

A etapa inicial de busca resultou na identificação de 1758 registros, porém, ao aplicar os critérios apresentados no Quadro 2, chegamos ao total de 198 materiais.

ANÁLISES E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Esta seção apresenta a análise e discussão dos resultados obtidos na Revisão Sistemática da Literatura, articulando os dados extraídos dos estudos selecionados com referenciais teóricos do campo da Educação Matemática e das pesquisas sobre Inteligência Artificial na educação.

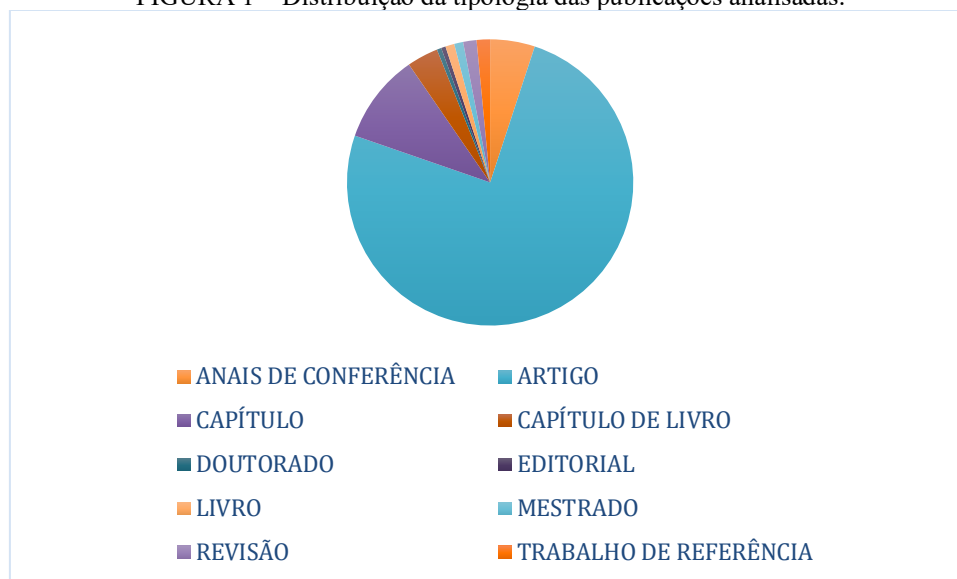
A estratificação inicial resultou em 1758 produções, das quais 198 atenderam aos critérios de inclusão e exclusão definidos nesta revisão, sendo posteriormente submetidos à análise qualitativa⁴. Os textos foram organizados conforme tipologia, abordagem metodológica, fundamentos teóricos, ferramentas de IA utilizadas, impactos observados, desafios relatados e lacunas na literatura. Para a análise consideramos a questão central: Como a Inteligência Artificial tem sido aplicada na Educação Matemática e quais impactos são identificados nos processos de ensino e de aprendizagem?

Dentre os 198 estudos analisados, observa-se que a maioria expressiva corresponde a artigos científicos, representando 75% do total. Os trabalhos apresentados em anais de conferência somam 5%, enquanto dissertações de mestrado, teses de doutorado, editoriais e livros completos aparecem em proporções iguais, cada um com 1%. Já as revisões e os trabalhos de referência representam, respectivamente, 2% do

⁴Ver anexo disponível em: < https://docs.google.com/document/d/1a2ICpZV22W2UPDGz1-UFa8JRD_6IWJ31/edit?usp=sharing&oid=114226232023689502798&rtpof=true&sd=true>.

corpus analisado. Essa distribuição é ilustrada no gráfico da FIGURA 1, evidenciando a predominância da produção científica veiculada em periódicos.

FIGURA 1 – Distribuição da tipologia das publicações analisadas.



Fonte: Elaboração pelos autores.

As publicações estão concentradas no período entre 2020 e 2025, com um pico em 2024, conforme ilustrado no gráfico da FIGURA 2. Esse aumento coincide com a expansão do uso de ferramentas de IA generativa, como o *ChatGPT*.

FIGURA 2 – Quantitativo de trabalhos analisados por ano.



Fonte: Elaboração pelos autores.

A análise dos títulos, resumos e palavras-chave permitiu identificar temas recorrentes entre os 198 estudos:

- Personalização da aprendizagem por IA;
- Uso de IA generativa (*ChatGPT*, *Gemini*, *Bard*);
- Formação docente e currículo com IA;

- Resolução de problemas matemáticos com IA;
- Pensamento computacional e IA;
- Questões éticas, críticas e decoloniais;
- Aplicativos e softwares específicos com IA (*GeoGebra, Wolfram, chatbots*);
- Análise bibliométrica ou revisão sistemática.

Tal tendência também é identificada em revisões internacionais sobre Inteligência Artificial na educação, que destacam a expansão de investigações voltadas à personalização da aprendizagem, análise de dados educacionais e sistemas tutores inteligentes (Holmes; Bialik; Fadel, 2019; Zawacki-Richter et al., 2019). Entretanto, nota-se ainda a prevalência de uma perspectiva tecnicista, voltada à racionalidade instrumental e à mensuração de resultados, em detrimento de uma compreensão mais crítica e dialógica do fenômeno.

Estudos sobre sistemas adaptativos indicam que plataformas baseadas em inteligência artificial podem ajustar o nível de dificuldade das atividades conforme o desempenho do estudante, oferecendo feedback personalizado e trajetórias diferenciadas de aprendizagem (Holmes; Bialik; Fadel, 2019; Zawacki-Richter et al., 2019). Pesquisas sobre sistemas tutores inteligentes indicam que esses ambientes podem analisar respostas dos estudantes, identificar padrões de erro e sugerir exercícios adequados ao nível de compreensão do aprendiz (Koedinger et al., 1997).

Nos últimos anos, o avanço de sistemas de Inteligência Artificial generativa ampliou as possibilidades de interação em ambientes educacionais digitais. Modelos baseados em processamento de linguagem natural são capazes de produzir explicações, gerar exemplos e responder a perguntas formuladas pelos estudantes em linguagem natural. Esse tipo de tecnologia tem sido investigado no campo educacional como forma de apoio à aprendizagem e de ampliação das interações entre estudantes e conteúdos acadêmicos. Estudos sobre Inteligência Artificial na educação destacam que essas ferramentas podem contribuir para a criação de ambientes de aprendizagem mais responsivos e interativos, desde que integradas a propostas pedagógicas que valorizem a mediação docente e a reflexão crítica sobre o uso da tecnologia (Holmes; Bialik; Fadel, 2019).

Sobre a formação docente, pesquisas sobre integração de tecnologias digitais na educação indicam que docentes frequentemente enfrentam dificuldades para incorporar novas ferramentas ao planejamento pedagógico, especialmente quando não há formação

específica voltada para o uso crítico dessas tecnologias (Valente, 2018; Selwyn, 2019), reforçando a importância de práticas formativas colaborativas.

Em relação ao pensamento computacional, estudos sobre pensamento computacional indicam que a articulação entre algoritmos, lógica e resolução de problemas pode favorecer a compreensão de estruturas matemáticas e estratégias de raciocínio (Wing, 2006; Borba; Villarreal, 2005), por meio de simuladores baseados em IA, evidenciando um diálogo possível entre matemática e linguagens de programação.

Estudos com enfoque crítico compreendem a inteligência artificial como construção sociotécnica, enfatizando seus impactos sobre governança educacional, produção de dados e organização das práticas pedagógicas (Williamson; Piattoeva, 2022), com implicações para a justiça educacional, a vigilância algorítmica e a homogeneização curricular. Apenas 14 estudos do corpus analisado abordam a IA como construto sociotécnico ou cultural.

A presença de referenciais teóricos consolidados ainda se apresenta de forma restrita no conjunto de trabalhos analisados: apenas 58 estudos (aproximadamente 29%) mobilizam autoras e autores da Educação ou da Educação Matemática em suas fundamentações. Entre os nomes mais recorrentes figuram Vygotsky, Papert, Skovsmose, Borba e Valente, apontando para uma valorização, ainda que tímida, de perspectivas críticas e histórico-culturais. A maioria dos estudos, no entanto, segue uma abordagem descritiva e instrumental (141 trabalhos, aproximadamente 71%), geralmente orientada por uma lógica de mensuração de desempenho e adaptação mecânica de conteúdo, com ênfase na funcionalidade dos recursos tecnológicos.

Do ponto de vista metodológico, predominam estudos qualitativos de caráter exploratório (aproximadamente 46%), seguidos por relatos de experiência (aproximadamente 23%), que buscam descrever práticas desenvolvidas com o uso de IA, mas nem sempre se apoiam em uma estrutura teórico-metodológica robusta. Estudos de abordagem mista representam 19% do corpus, enquanto revisões teóricas ou bibliométricas totalizam 12%. Chamam atenção o reduzido número de pesquisas com desenho experimental ou análise estatística rigorosa, fator que limita a extrapolação dos dados e a generalização de conclusões sobre os impactos da IA nos processos de ensino e de aprendizagem matemática.

Quanto às contribuições identificadas, os estudos apontam principalmente para avanços na personalização da aprendizagem, na adaptação de conteúdo, na mediação do

feedback automático e na diversificação de representações matemáticas. No que se refere aos níveis de ensino, a Educação Básica (especialmente os anos finais do Ensino Fundamental e o Ensino Médio) aparece como foco em 46% dos trabalhos, enquanto o Ensino Superior corresponde a 38%. A formação inicial docente é objeto de apenas 11% dos estudos, evidenciando uma lacuna relevante no que diz respeito à preparação de futuros(as) professores(as) para a atuação crítica com tecnologias baseadas em IA. A Educação Infantil aparece em apenas dois estudos do corpus analisado, ambos de caráter experimental, centrados no uso de tutores inteligentes voltados à contagem e a operações básicas.

Entre os principais desafios relatados nas publicações, destacam-se:

- Fragilidade na formação docente para o uso crítico e criativo da IA em contextos pedagógicos;
- Desigualdade no acesso à infraestrutura tecnológica em escolas públicas e periféricas;
- Dificuldade de articulação entre as tecnologias de IA e os objetivos do currículo nacional;
- Redução da aprendizagem à lógica do acerto/erro e à repetição automatizada, esvaziando a dimensão reflexiva do conhecimento matemático.

A partir da leitura interpretativa dos estudos selecionados, foi possível identificar quatro agrupamentos analíticos que expressam diferentes formas de compreensão da Inteligência Artificial no campo da Educação Matemática.

Grupo Tecnológico Funcionalista – Priorizam descrições técnicas de ferramentas, com foco em desempenho escolar, rendimento e métricas de eficácia. Valorizam soluções automatizadas e a eficiência operacional das tecnologias.

Grupo Pedagógico-Instrumental – Investigações centradas em experiências escolares com IA, focadas na mediação docente e na aplicação didática, mas com menor aprofundamento teórico.

Grupo Crítico-Reflexivo – Trabalhos que articulam a IA a perspectivas críticas, como a Educação Matemática crítica, a cognição corporificada, teorias da atividade e pedagogias. Refletem sobre currículo, linguagem, cultura e os sentidos da aprendizagem.

Grupo Epistemológico-Tecnológico – Pesquisas que analisam a IA como fenômeno sociotécnico, propondo mapeamentos conceituais, classificações de sistemas e reflexões epistemológicas sobre os algoritmos e suas implicações.

Apesar dos avanços, persistem lacunas importantes que limitam o aprofundamento da discussão:

- Falta de articulação entre as práticas com IA e as teorias contemporâneas da aprendizagem;
- Escassez de investigações em contextos não urbanos, periféricos e vulneráveis, onde as desigualdades tecnológicas se aprofundam;
- Ausência de debates sobre equidade algorítmica, privacidade de dados e justiça digital;
- Sub-representação das vozes de docentes e estudantes nas análises, o que enfraquece a escuta pedagógica;
- Fragilidade de propostas que problematizem a formação ética e crítica para o uso da IA em sala de aula.

Essas constatações reafirmam que a presença da Inteligência Artificial na Educação Matemática ainda está atravessada por tensões estruturais e epistemológicas, exigindo um olhar que ultrapasse o encantamento tecnológico para abraçar a complexidade das relações educativas.

Ao percorrer os caminhos delineados pela produção científica recente que entrelaça a Inteligência Artificial (IA) à Educação Matemática, observa-se um campo em consolidação, caracterizado por abordagens que dialogam com múltiplas perspectivas epistemológicas, tecnológicas e pedagógicas. A leitura crítica dos estudos mapeados na Revisão Sistemática da Literatura (RSL) revela uma pluralidade de compreensões acerca da função, do papel e das possibilidades da IA no contexto educacional, especialmente no ensino e aprendizagem da Matemática. É nesse entrecruzamento de olhares que emergem questões sobre como a IA tem sido compreendida, mobilizada e ressignificada por diferentes autorias, com implicações diretas sobre as práticas pedagógicas, a formação docente, o currículo e, sobretudo, as relações que estudantes estabelecem com o conhecimento matemático.

Os dados extraídos da RSL, que abrangem estudos publicados entre 2020 e 2025, apontam inicialmente para um crescimento do interesse pela temática, com pico em 2024. Essa expansão pode ser interpretada à luz de um movimento mais amplo de inserção das tecnologias digitais na Educação, intensificado durante o período de ensino remoto emergencial decorrente da pandemia da COVID-19, conforme indicado por Valente (2018). A IA, nesse contexto, surge como um campo promissor de investigação,

desafiando a Educação Matemática a rever suas práticas e concepções a partir de novas mediações e possibilidades.

Uma leitura transversal dos estudos evidencia que a IA é, frequentemente, concebida como ferramenta de apoio à aprendizagem, notadamente em experiências voltadas ao ensino personalizado, ao feedback automatizado, à resolução de problemas e ao desenvolvimento de ambientes virtuais inteligentes. Essa concepção instrumental, embora presente em grande parte das publicações, não é homogênea.

A diversidade de enfoques metodológicos nos estudos analisados também chama atenção. Há predominância de pesquisas empíricas com abordagem qualitativa, centradas na análise de experiências didáticas, como se vê nos trabalhos de Koedinger et al. (1997), que investigam os impactos do uso de sistemas tutores inteligentes sobre o desempenho de estudantes em conteúdo específicos de Matemática. Esses estudos sinalizam que, quando bem integradas ao planejamento pedagógico, as tecnologias baseadas em IA podem contribuir para o engajamento, a autonomia e a superação de dificuldades conceituais. No entanto, também revelam desafios relacionados à formação docente, à adequação dos conteúdos aos diferentes níveis de ensino e à acessibilidade das ferramentas, especialmente em contextos marcados por desigualdades educacionais.

A introdução de sistemas baseados em Inteligência Artificial no campo educacional também tem suscitado debates críticos sobre seus impactos sociais, políticos e pedagógicos. Pesquisadores apontam que tecnologias educacionais baseadas em dados podem influenciar processos de governança educacional e de tomada de decisão institucional, deslocando práticas pedagógicas para modelos orientados por métricas e análises automatizadas. Nesse sentido, estudos recentes alertam para a necessidade de examinar criticamente os processos de dataficação da educação e suas implicações para a autonomia docente, para a diversidade curricular e para a justiça educacional (Williamson; Piattoeva, 2022). A incorporação dessas tecnologias exige, portanto, reflexão ética e pedagógica sobre os modos de produção e utilização dos dados educacionais.

A análise dos dados da RSL permite identificar alguns eixos de discussão recorrentes. Um deles diz respeito à personalização da aprendizagem, frequentemente apresentada como uma das maiores promessas da IA. Sistemas baseados em algoritmos adaptativos são utilizados para ajustar o ritmo, o conteúdo e o tipo de feedback às necessidades individuais de cada estudante. Embora tais experiências apresentem

resultados positivos no que se refere à motivação e ao desempenho acadêmico, como apontam Holmes, Bialik e Fadel (2019), é preciso cautela quanto à forma como essas tecnologias impactam o protagonismo dos sujeitos no processo educativo.

Outro ponto que emerge das análises é a ênfase no uso de *chatbots* e assistentes virtuais no apoio ao ensino de Matemática. Ferramentas como essas têm sido exploradas, principalmente, em contextos de Ensino Médio e Superior, com foco na resolução de dúvidas, na explicação de conceitos e no suporte à prática de exercícios. Estudos recentes como Holmes, Bialik e Fadel (2019), relatam experiências em que assistentes virtuais dialogam com estudantes em linguagem natural, fornecendo orientações sobre problemas matemáticos complexos. Tais interações, ao serem mediadas por algoritmos de processamento de linguagem natural, ampliam as possibilidades de comunicação nos processos de ensino e de aprendizagem. No entanto, a eficácia pedagógica dessas interações ainda depende fortemente da qualidade das respostas fornecidas, da capacidade do sistema em reconhecer diferentes formas de expressão matemática e da mediação docente que articula tecnologia e intencionalidade pedagógica.

Além disso, destaca-se o papel da IA na avaliação de aprendizagens. Sistemas de análise de dados educacionais têm sido utilizados para identificar padrões de erro, prever desempenhos futuros e oferecer feedback em tempo real. Embora tais práticas possam contribuir para um acompanhamento mais contínuo da aprendizagem, elas também suscitam questões éticas importantes, como a privacidade dos dados dos estudantes, o viés dos algoritmos e a transparência nos critérios de avaliação. A esse respeito, autores como Williamson e Piattoeva (2022) alertam para os riscos da dataficação da educação, isto é, da redução da complexidade dos processos educativos a métricas quantificáveis que nem sempre dão conta da riqueza e da diversidade dos sujeitos e dos contextos.

Um aspecto particularmente instigante que emerge de alguns estudos diz respeito à possibilidade de a IA atuar como interlocutora no processo de construção do conhecimento matemático. Em experiências relatadas por autores como Qin et al. (2021), estudantes interagem com sistemas que não apenas corrigem respostas, mas formulam perguntas, sugerem estratégias e provocam reflexões. Nesse cenário, a IA deixa de ser um mero corretor automático e passa a exercer uma função mais dialógica, que remete às teorias da aprendizagem socioconstrutivista, nas quais a interação com o outro, humano ou não, é fundamental para a internalização dos conceitos. Tal abordagem exige uma reconfiguração do papel docente, que passa a atuar como mediador das interações entre

estudantes e sistemas, garantindo que a tecnologia seja suporte e não substituto do processo educativo.

O panorama construído a partir dos dados da RSL também revela lacunas importantes. A maior parte dos estudos concentra-se em contextos estrangeiros, especialmente países do hemisfério norte, o que levanta questões sobre a aplicabilidade e a adaptação dessas tecnologias a realidades educacionais diversas, como as da América Latina. A ausência de estudos com foco na Educação Básica brasileira, por exemplo, é um ponto a ser considerado, sobretudo diante das desigualdades de acesso às tecnologias e das especificidades curriculares.

No que se refere às metodologias de ensino mobilizadas nos estudos analisados, observa-se uma prevalência de propostas que associam a IA ao ensino de conteúdos tradicionais da Matemática, como álgebra, geometria e estatística. Poucos trabalhos exploram a integração da IA com abordagens mais investigativas, como a resolução de problemas, a modelagem matemática ou a etnomatemática. Essa limitação aponta para uma concepção ainda restrita de currículo, centrada em conteúdos canônicos e em formas de avaliação padronizadas. A ampliação das possibilidades pedagógicas da IA requer, portanto, um olhar mais amplo sobre o ensino de Matemática, que valorize a diversidade de saberes, as múltiplas formas de raciocínio e as experiências dos sujeitos.

Outro dado é a escassa participação de docentes na elaboração e na avaliação dos sistemas baseados em IA. Em muitos estudos, a tecnologia é apresentada como produto acabado, pouco dialogado com as práticas e os saberes docentes. Essa distância pode comprometer a efetividade e a legitimidade das inovações tecnológicas no ambiente escolar. Pesquisas sobre integração de tecnologias educacionais indicam a importância de envolver docentes desde o processo de concepção das ferramentas, de modo que estas dialoguem com as práticas pedagógicas e com os saberes profissionais da docência (Selwyn, 2019).

A formação docente, por sua vez, aparece como um dos grandes desafios para a implementação da IA na Educação Matemática. Embora alguns estudos mencionem ações formativas pontuais, como cursos de capacitação técnica, poucos abordam a necessidade de uma formação crítica, que articule fundamentos pedagógicos, compreensão dos algoritmos e reflexão ética. Essa formação não deve se limitar ao domínio operacional das ferramentas, mas envolver uma compreensão mais ampla dos

impactos da IA sobre a prática docente e sobre as relações de poder, controle e conhecimento na escola.

A análise detalhada dos estudos da RSL permite, assim, entrever um campo em movimento, em que a IA não é uma solução pronta, mas um território de disputas, de possibilidades e de cuidados. A forma como a Educação Matemática se apropria dessas tecnologias pode tanto reforçar modelos de ensino tradicionais e excludentes quanto abrir caminhos para práticas mais dialógicas, criativas e inclusivas. Nesse sentido, é oportuno pensar a IA não apenas como ferramenta, mas como linguagem, como interlocutora e como possibilidade de mediação no processo de construção do conhecimento. Tal perspectiva requer o envolvimento ativo de todas as pessoas envolvidas no processo educativo – estudantes, docentes, pesquisadores e desenvolvedores – na coautoria de experiências formativas que respeitem a diversidade dos sujeitos, valorizem os saberes escolares e se orientem por princípios éticos, políticos e pedagógicos comprometidos com a justiça social e com a transformação da educação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos estudos selecionados permitiu responder à questão que orientou esta revisão, relativa às formas pelas quais a Inteligência Artificial tem sido aplicada na Educação Matemática e aos impactos identificados nos processos de ensino e aprendizagem. Esta Revisão Sistemática da Literatura, composta por 198 estudos selecionados, permitiu examinar como a Inteligência Artificial tem sido investigada no campo da Educação Matemática no período analisado. Entretanto, o predomínio de abordagens instrumentais, aliadas à fragilidade teórica e metodológica de muitos estudos, indica que o campo ainda se encontra em processo de consolidação teórica e metodológica.

Se, por um lado, os estudos analisados apontam para possibilidades relacionadas à personalização da aprendizagem, à diversificação de estratégias didáticas e à ampliação de mecanismos de feedback, por outro, também evidenciam desafios relacionados à mediação pedagógica, à formação docente e às implicações éticas do uso dessas tecnologias em contextos educacionais.

Em grande parte das produções analisadas, a Inteligência Artificial aparece compreendida predominantemente como recurso tecnológico de apoio ao ensino. Essa perspectiva aproxima-se de abordagens instrumentais das tecnologias educacionais, nas

quais os sistemas digitais são analisados prioritariamente em termos de eficiência técnica e desempenho mensurável (Selwyn, 2019). Entretanto, pesquisas sobre tecnologias e governança educacional indicam que o modo como sistemas baseados em dados é incorporado ao cotidiano escolar influencia formas de organização do ensino, de acompanhamento do desempenho discente e de produção de conhecimento nas instituições educativas (Williamson; Piattoeva, 2022). Nesse contexto, torna-se necessário examinar criticamente a presença da Inteligência Artificial nas práticas pedagógicas, considerando não apenas suas funcionalidades técnicas, mas também suas implicações para a mediação docente, para a produção de significados e para a organização das relações educativas.

Os resultados da revisão indicam a necessidade de que futuras investigações avancem para além da descrição técnica das ferramentas. Nesse sentido, o desenvolvimento de propostas formativas voltadas à compreensão crítica da Inteligência Artificial torna-se relevante, permitindo que docentes analisem, interpretem e integrem essas tecnologias às práticas pedagógicas de forma reflexiva.

Espera-se que esta revisão sistemática contribua para ampliar o debate acadêmico sobre a presença da Inteligência Artificial na Educação Matemática, evidenciando tendências investigativas, desafios e lacunas presentes na literatura. A continuidade das pesquisas nesse campo poderá favorecer o desenvolvimento de abordagens pedagógicas que articulem tecnologias digitais, reflexão crítica e mediação docente no ensino de Matemática.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES) pelo apoio financeiro concedido para o desenvolvimento desta pesquisa. O fomento recebido foi imprescindível para a realização das etapas de estudo, análise e produção científica aqui apresentadas, contribuindo para o fortalecimento da pesquisa em Educação Matemática no estado do Espírito Santo.

REFERÊNCIAS

BORBA, Marcelo de Carvalho; VILLARREAL, Mónica Elena. *Humans with media and the reorganization of mathematical thinking*. New York: Springer, 2005. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/b105001>. Acesso em: 14 mar. 2026.

BROWN, John Seely; COLLINS, Allan; DUGUID, Paul. Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, Washington, v. 18, n. 1, p. 32-42, 1989. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1176008>. Acesso em: 14 mar. 2026.

HATTIE, John. *Visible learning: a synthesis of over 800 meta analyses relating to achievement*. New York: Routledge, 2009. Disponível em: <https://www.routledge.com/Visible-Learning-A-Synthesis-of-Over-800-Meta-Analyses-Relating-to-Achievement/Hattie/p/book/9780415476188>. Acesso em: 14 mar. 2026.

HIGGINS, Julian P. T.; GREEN, Sally (org.). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. Chichester: John Wiley & Sons, 2011. Disponível em: <https://training.cochrane.org/handbook>. Acesso em: 14 mar. 2026.

HOLMES, Wayne; BIALIK, Maya; FADEL, Charles. *Artificial intelligence in education: promises and implications for teaching and learning*. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019. Disponível em: <https://curriculumredesign.org/wp-content/uploads/AIED-Book-Excerpt-CCR.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2026.

KOEDINGER, Kenneth R.; ANDERSON, John R.; HADLEY, William H.; MARK, Mary A. Intelligent tutoring goes to school in the big city. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, Amsterdam, v. 21, p. 4-27, 1997. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/2834538_Intelligent_Tutoring_Goes_To_School_in_the_Big_City. Acesso em: 14 mar. 2026.

LUCKIN, Rose; HOLMES, Wayne; GRIFFITHS, Mark; FORCIER, Laurie B. *Intelligence unleashed: an argument for AI in education*. London: Pearson Education, 2016. Disponível em: <https://edu.google.com/pdfs/Intelligence-Unleashed-Publication.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2026.

MANSUR, Daniel Redinz; ALTOÉ, Renan Oliveira. Ferramenta tecnológica para realização de revisão de literatura em pesquisas científicas: importação e tratamento de dados. *Revista Eletrônica Sala de Aula em Foco*, Vitória, v. 10, n. 1, p. 8-28, 2021.

PAPERT, Seymour. *Mindstorms: children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books, 1980.

PEROVANO, Dalton Gean. *Manual de metodologia da pesquisa científica*. Curitiba, PR: InterSaber, 2016.

PETTICREW, Mark; ROBERTS, Helen. *Systematic reviews in the social sciences: a practical guide*. Oxford: Blackwell Publishing, 2006.

RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. *Artificial intelligence: a modern approach*. 3. ed. Boston: Pearson, 2016.

SELWYN, Neil. *Should robots replace teachers? AI and the future of education*. Cambridge: Polity Press, 2019.

VALENTE, José Armando. Inovação nos processos de ensino e de aprendizagem: o papel das tecnologias digitais. In: VALENTE, José Armando; FREIRE, Fernanda Maria

Pereira; ARANTES, Flávia Linhalis (org.). *Tecnologia e educação: passado, presente e o que está por vir*. Campinas, SP: NIED/UNICAMP, 2018. p. 17-41. Disponível em: <https://www.nied.unicamp.br/wp-content/uploads/2018/11/Livro-NIED-2018-final.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2026.

VYGOTSKY, Lev S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. São Paulo: Martins Fontes, 1978.

WILLIAMSON, Ben; EYNON, Rebecca; POTTER, John. Pandemic politics, pedagogies and practices: digital technologies and distance education during the coronavirus emergency. *Learning, Media and Technology*, London, v. 45, n. 2, p. 107-114, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1761641>. Acesso em: 14 mar. 2026.

WILLIAMSON, Ben; PIATTOEVA, Nelli. Education governance and datafication. *Policy Futures in Education*, London, v. 20, n. 4, p. 446-465, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/14782103211001512>. Acesso em: 14 mar. 2026.

WING, Jeannette M. Computational thinking. *Communications of the ACM*, New York, v. 49, n. 3, p. 33-35, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>. Acesso em: 14 mar. 2026.

ZAWACKI-RICHTER, Olaf; MARIN, Victoria I.; BOND, Melissa; GOUVERNEUR, Franziska. Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, London, v. 16, p. 1-27, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>. Acesso em: 14 mar. 2026.