

Inteligência Artificial e a Matemática: uma Revisão Sistemática de Literatura sobre Aplicações em Educação e Ensino

Artificial Intelligence and Mathematics: a Systematic Literature Review on Applications in Education and Teaching

Milena Monteiro FEITOSA^{1*}

José de Jesus Sousa LEMOS¹

Louize NASCIMENTO¹

Adilson Matheus Borges MACHADO²

¹ Universidade Federal do Ceará. Av. Mister Hull, s/n - Pici – Fortaleza – CE – Brasil.

² Universidade Federal do Maranhão. Rua Nelma Mitoso, Km 10, s/n - Enseada – Pinheiro – MA – Brasil.

[*milenamonteirofeitosa@gmail.com](mailto:milenamonteirofeitosa@gmail.com)

Resumo. A Inteligência Artificial (IA) transcende os limites da ficção científica, tornando-se uma realidade cada vez mais presente em nosso cotidiano. Este trabalho objetiva mapear as aplicações da IA no ensino e aprendizagem da matemática. De forma específica, a pesquisa buscou: investigar quais ferramentas e tecnologias de IA estão sendo utilizadas em contextos educacionais e matemáticos; identificar como a IA pode ser aplicada no ensino de matemática, e o que pode ser alcançado; analisar os questionamentos levantados por pesquisadores e educadores sobre o uso da IA na educação. A pesquisa utilizou revisão sistemática de literatura na base *Web of Science* (WOS) e seguiu o método *Systematic Search Flow* (SSF). Foram identificadas as principais aplicações da IA na educação matemática e o crescente interesse acadêmico no tema, evidenciando seu potencial transformador.

Palavras-chave: Inteligência artificial. Educação matemática. Revisão sistemática.

Abstract. Artificial Intelligence (AI) transcends the boundaries of science fiction, becoming an increasingly present reality in our daily lives. This study aims to map AI applications in the teaching and learning of mathematics. Specifically, the research sought to: a) Investigate which AI tools and technologies are being used in educational and mathematical contexts; b) Identify how AI can be applied to Mathematics Education and what outcomes can be achieved; c) Analyze the

concerns raised by researchers and educators regarding the use of AI in Education. The research employed a systematic literature review using the Web of Science (WOS) database and followed the Systematic Search Flow (SSF) method. The study identified the main applications of AI in mathematics education and the growing academic interest in the field, highlighting its transformative potential.

Keywords: Artificial intelligence. Mathematics education. Systematic review.

1. Introdução

A Inteligência Artificial (IA) assume papel fundamental, permeando diversos setores e revolucionando a forma como o ser humano interage com o mundo (Dwivedi et al., 2019). Seu desenvolvimento teve início quando **Alan Turing**, em 1950, no artigo “*Computing Machinery and Intelligence*”, introduziu o Teste de Turing, um experimento criado para avaliar se uma máquina pode exibir comportamento inteligente semelhante ao humano (Turing, 1950; Moor, 2022).

Turing desenvolveu o Jogo da Imitação, no qual um interrogador, comunicando-se apenas por texto, tentava distinguir entre um homem e uma mulher. Posteriormente, ele substituiu um dos participantes por um computador, tornando o desafio identificar se a máquina conseguia imitar um humano. Se, após uma série de perguntas, o interrogador não conseguisse identificar qual dos participantes era a máquina, considerava-se que esta havia passado no teste, demonstrando capacidade de simular respostas humanas de maneira convincente (Ludermir, 2021). A partir deste estudo, que representou um marco para pesquisas e debates sobre a avaliação da inteligência das máquinas, a IA apresentou constante evolução, impulsionada por avanços no aprendizado de máquina, no processamento de linguagem natural e em outras áreas computacionais (Glaz et al., 2019; Fan et al., 2020; Raj et al., 2023).

Atualmente, associamos a IA como um agente transformador nas aplicações industriais, sociais e intelectuais, capaz de solucionar problemas complexos, automatizar de tarefas e otimizar processos com eficiência. Proporcionando impactos em diversos setores como: financeiro, saúde, manufatura, cadeia de suprimentos, logística, dentre outros (Rodríguez-Moreno & Kearney, 2002; Dwivedi et al., 2019; Gyory et al., 2021).

A educação, por sua vez, tem passado por adaptações com a influência da IA. Revelando uma nova estrutura educacional, por meio da personalização do aprendizado, o feedback em tempo real e a adaptação às necessidades de cada um dos alunos (Chen, Chen & Lin, 2020; Tapalova, Zhiyenbayeva & Gura, 2022). Diversas aplicações de IA já estão revolucionando como o

conhecimento é transmitido e assimilado, por meio de tutoriais inteligentes, plataformas de aprendizado personalizado e ferramentas de avaliação automatizadas (Hashim *et al.*, 2022; Hasibuan & Azizah, 2023).

A matemática, disciplina fundamental para o desenvolvimento da IA, desde o aprendizado de máquina até o processamento de linguagem natural, apresenta desafios quando há integração dessa tecnologia na educação. Sendo necessário a garantia do rigor conceitual, a promoção do raciocínio crítico para que a IA se torne uma ferramenta importante no ensino da matemática. Com isso, a colaboração entre especialistas em matemática, pedagogia e tecnologia torna-se essencial na superação de desafios e em uma implementação eficaz da IA na sala de aula (Hardman, 2019; Hwang & Tu, 2021).

Neste contexto, a revisão sistemática da literatura surge como uma metodologia rigorosa e essencial para sintetizar pesquisas sobre um tema específico. Por meio da análise crítica e abrangente de estudos relevantes, permitindo identificar as principais aplicações da IA na educação matemática, seus resultados e os desafios da sua implementação. Com isso, o objetivo geral deste trabalho é mapear as aplicações da IA no ensino e aprendizagem da matemática. De forma específica, a pesquisa buscou: investigar quais ferramentas e tecnologias de IA estão sendo utilizadas em contextos educacionais e matemáticos; identificar como a IA pode ser aplicada no Ensino de Matemática, e o que pode ser alcançado; analisar os questionamentos levantados por pesquisadores e educadores sobre o uso da IA na educação. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática de literatura, analisando os estudos publicados na base de dados *Web of Science* (WOS) e seguindo o método *Systematic Search Flow* (SSF), desenvolvido por Ferenhof e Fernandes (2016).

O trabalho foi estruturado da seguinte forma: além desta seção introdutória, o artigo conta com mais quatro seções. Na segunda seção, é feita uma síntese da evolução da IA, bem como sua relevância para a educação. Na terceira seção, apresenta-se a metodologia utilizada na pesquisa. Na quarta seção, são apresentados e discutidos os resultados. Finalmente, na quinta seção, são apresentadas as conclusões.

2. Referencial Teórico

2.1 A Inteligência Artificial: Uma Jornada por meio da Tecnologia

A Inteligência Artificial (IA) se apresenta como um campo de estudo multidisciplinar que busca reproduzir a capacidade humana de pensar, aprender e agir de forma autônoma. Essa área empolgante engloba diversas técnicas e ferramentas computacionais que visam reproduzir habilidades cognitivas como a percepção, o raciocínio, a resolução de problemas e a tomada de

decisões (Deng, 2018). No século XX, a IA ganhou impulso com o desenvolvimento da computação digital e a criação de máquinas capazes de processar informações e realizar tarefas complexas. Atualmente, a IA tornou-se uma força transformadora na sociedade moderna, impactando diversos setores como saúde, finanças, manufatura, transporte e educação (Mou, 2019).

A educação se beneficia com a IA, por meio do desenvolvimento de ferramentas personalizadas de aprendizado, sistemas tutoriais inteligentes e plataformas de avaliação automatizadas (Zawacki-Richter, 2019). A IA auxilia na identificação de alunos com dificuldades, na personalização de conteúdo e na criação de ambientes de aprendizagem mais dinâmicos. E no futuro possuindo potencial de resolver problemas globais complexos, melhorar a qualidade de vida das pessoas e abrir novas fronteiras para o conhecimento humano (Zhang & Aslan, 2021).

2.2 Inteligência Artificial na Educação: Revolucionando o Aprendizado

Surgindo como um agente transformador no cenário educacional a IA, possibilita personalizar o aprendizado, otimizar processos e democratizar o acesso ao conhecimento. Essa tecnologia que com seu potencial para revolucionar o ensino e a aprendizagem, impulsiona a criação de ferramentas inovadoras que modificam como os alunos aprendem e os professores ensinam.

Quadro 1 – Benefícios da inteligência artificial na educação

Benefício	Descrição	Exemplos
Personalização do Aprendizado	Adapta a jornada educacional às necessidades individuais de cada aluno.	Sistemas tutoriais inteligentes que se ajustam ao ritmo e nível de conhecimento do aluno. Plataformas de aprendizado adaptativo que criam roteiros de estudo individualizados.
Otimização de Processos	Libera tempo para que professores se concentrem no ensino e na interação com os alunos.	Ferramentas de avaliação automatizadas que corrigem testes e trabalhos de forma instantânea e precisa. Sistemas de gestão de aprendizagem que automatizam tarefas repetitivas.
Ampliação do Acesso ao Conhecimento	Democratiza o acesso ao conhecimento, rompendo barreiras geográficas e socioeconômicas.	Plataformas online que oferecem cursos gratuitos e de baixo custo. Tradutores automáticos que permitem o acesso a materiais em diferentes idiomas. <i>Chatbots</i> e tutores virtuais que oferecem suporte personalizado e acompanhamento individualizado. Ambientes de aprendizagem imersivos e interativos que tornam o aprendizado mais acessível e engajador.

Fonte: Elaborado com base nos trabalhos de Conati *et al.* (2019), Enríquez, Jiménez & Romero-Moreno (2019) e Yassine *et al.* (2020).

No entanto, apesar do enorme potencial da IA na educação, alguns desafios precisam ser considerados para sua implementação eficaz. Questões éticas relacionadas à coleta e uso de dados dos alunos, à privacidade e à autonomia individual exigem atenção e soluções adequadas. O acesso à tecnologia, especialmente em áreas com infraestrutura precária, também representa um desafio, exigindo políticas públicas que garantam a inclusão digital e o acesso equitativo às ferramentas de IA (Warschauer, 2003; Robinson, 2020).

2.3 Inteligência Artificial na Matemática: Uma Aliada para o Aprendizado Eficaz

A Inteligência Artificial (IA) se destaca como uma importante ferramenta no cenário educacional, principalmente no impacto do ensino de matemática. Ao incorporar recursos inovadores e personalizados, a IA promove um aprendizado mais engajador, eficaz e acessível aos alunos (Voskoglou & Salem, 2020).

Com a IA, os alunos desenvolvem habilidades de raciocínio lógico através da resolução de problemas interativos e desafiadores, adaptados ao seu ritmo individual (Su, 2022). Ferramentas de visualização e simulação facilitam a compreensão de conceitos abstratos, tornando o aprendizado mais concreto. Essa abordagem inovadora permite que os alunos explorem diferentes soluções, desenvolvam estratégias de resolução de forma autônoma e construam uma base sólida para o sucesso em matemática (Asmuss & Budkina, 2019; Vaerenbergh & P'erez-Suay, 2021).

Diversos estudos comprovam a efetividade da Inteligência Artificial (IA) no ensino de matemática, demonstrando resultados positivos em diferentes níveis de ensino e conteúdos específicos. No ensino médio, softwares de simulação para o ensino de geometria resultaram em um aumento na compreensão dos conceitos e na capacidade de resolução de problemas geométricos (Adelabu, Makgato & Ramaligela, 2019).

Já na preparação para exames, *chatbots* inteligentes têm sido utilizados para auxiliar na resolução de exercícios de cálculo, tornando o processo mais ágil e aumentando a confiança dos alunos em suas habilidades matemáticas, além de reduzir o tempo necessário para a resolução das questões (Jančařík, Michal & Novotná, 2023).

Esses estudos evidenciam o potencial da IA para transformar o ensino de matemática, tornando-o mais eficaz, personalizado e acessível a todos os alunos. Ao incorporar ferramentas inovadoras e recursos adaptativos, a IA contribui para o desenvolvimento de habilidades matemáticas essenciais para o sucesso dos alunos em sua vida pessoal e profissional (Qiu, Pan & Ishak, 2022; Dabingaya, 2022).

2. Metodologia

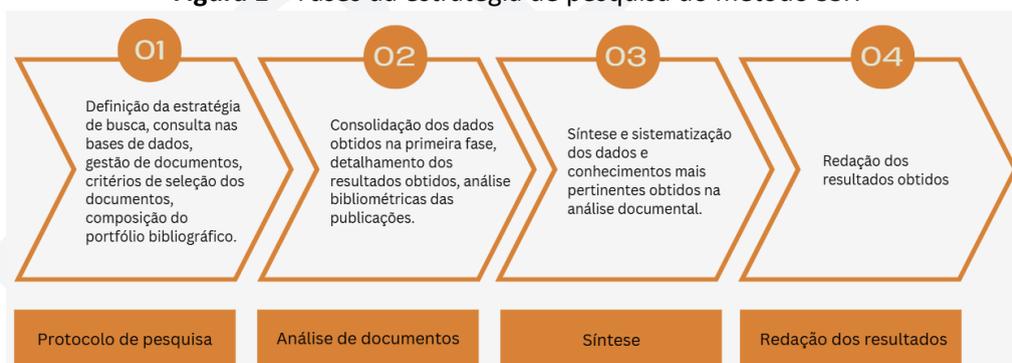
Para conduzir a análise das publicações, foi realizada a busca por artigos que permitissem responder os seguintes questionamentos: quais aplicações da IA estão sendo utilizadas na educação, na matemática e no ensino de matemática? quais resultados estão sendo alcançados com a IA aplicada nestas três áreas? quais são as questões que estão sendo levantadas pelos pesquisadores em relação ao uso da IA na educação?

Com o propósito de compreender o uso da inteligência artificial na educação e no ensino de matemática, bem como obter as respostas às questões levantadas, adotou-se como base a Revisão Sistemática de Literatura (RSL).

Segundo Siddaway, Wood & Hedges (2019), a RSL se caracteriza por ser uma metodologia com apresentação metódica e replicável, envolvendo uma busca aprofundada de trabalhos relevantes, a integração sistemática dos resultados e a realização de análises críticas sobre a extensão, natureza e qualidade dos estudos em relação às questões investigadas.

Nesta pesquisa a revisão sistemática foi realizada nos meses de maio a julho de 2024, por meio do método *Systematic Search Flow* (SSF), proposto por Ferenhof e Fernandes (2016), sistematizando a busca à base de dados científicas, garantindo a replicação e precavendo-se do viés do pesquisador. A execução deste trabalho seguiu as 4 fases descritas no Figura 1.

Figura 1 – Fases da estratégia de pesquisa do método SSF.



Fonte: Elaborado pelos autores com base nas informações de Ferenhof e Fernandes (2016).

Conforme o método SSF adotado na pesquisa, a Fase 1 corresponde a cinco atividades, que definem o protocolo de pesquisa, descritas a seguir no Quadro 2.

Quadro 2 - Definição do Protocolo de Pesquisa (Fase I)

Estratégia de busca	A estratégia de busca utilizou os termos em inglês “ <i>Artificial Intelligence</i> ”, “ <i>applications*</i> ”, “ <i>Education</i> ”, “ <i>Mathematics Education</i> ” e “ <i>Mathematics</i> ”. Combinações entre os termos foram realizadas, bem como a utilização do operador booleano “AND”. Foram adotados critérios de inclusão e exclusão como: artigos indexados pelo <i>Social Sciences Citation Index (SSCI)</i> relacionados à aplicação da IA na
---------------------	---

	Educação; ano de publicação (selecionando aqueles publicados entre 2020-2024, este critério foi ampliado para os artigos relacionados à aplicação da IA no Ensino de Matemática, devido ao número reduzido de resultados, sendo selecionando aqueles publicados entre 2014-2024); artigos que em seu título, resumo, palavras-chave ou corpo do texto, possuíam os termos da pesquisa; artigos disponíveis gratuitamente e aqueles publicados no idioma inglês.
Consulta em Base de Dados	A base de dados definida foi o <i>Web of Science</i> . As <i>queries</i> de pesquisa foram feitas na base de dados para aplicar os termos nos campos de palavras-chave, resumo e título: “ <i>Artificial Intelligence</i> ” AND “ <i>Applications*</i> ” AND “ <i>Education</i> ”; “ <i>Artificial Intelligence</i> ” AND “ <i>Applications*</i> ” AND “ <i>Mathematics</i> ” e “ <i>Artificial Intelligence</i> ” AND “ <i>Mathematics Education</i> ”. Foram selecionados 227 artigos com acesso gratuito.
Organização das bibliografias	Para a organização e leitura das referências bibliográficas, foi utilizado o software <i>Mendeley Desktop</i> , um gerenciador de referências que permite organizar, armazenar, citar e compartilhar pesquisas acadêmicas. O <i>Mendeley</i> é gratuito e oferece funcionalidades como a verificação de duplicatas, o que possibilitou a exclusão de 4 artigos duplicados nesta pesquisa, resultando em um total de 223 documentos.
Seleção e Padronização dos Artigos	Nesta atividade, os 223 artigos foram filtrados, sendo escolhido aqueles alinhados ao tema da pesquisa, realizando a leitura dos seus títulos, resumos e palavras-chave. Após a filtragem, foram totalizados 178 documentos.
Composição do Portfólio	Foi realizada a leitura dos textos selecionados e mais uma filtragem para excluir os que não demonstraram adesão ao tema de investigação, no entanto, os 178 documentos permaneceram no portfólio final.

Fonte: Dados da pesquisa.

Na Fase II, após examinar os documentos selecionados, foi possível elaborar o portfólio bibliográfico final. Dessa forma, a matriz do conhecimento proposta por Ferenhof e Fernandes (2016) foi elaborada, o que auxiliou na próxima etapa, Fase III, onde os dados das publicações foram exportados do software de gerenciamento bibliográfico para uma planilha eletrônica, permitindo a extração dos principais dados baseados nos objetivos da pesquisa. O *software VOSviewer* foi também empregado para examinar as palavras-chave, as citações e as citações dos autores mais frequentes nos artigos.

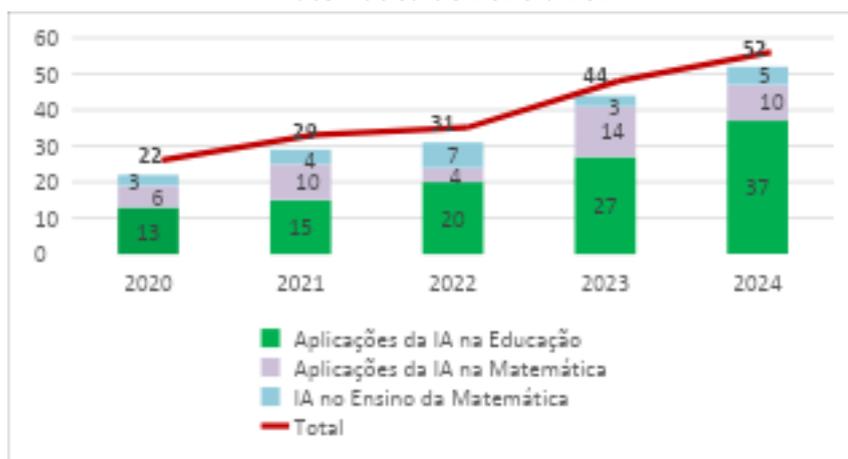
3. Resultados e Discussão

Visando responder às questões propostas para esta RSL, após a leitura dos artigos e extração dos dados principais com o auxílio da matriz do conhecimento, categorias foram formadas para a classificação temática, os artigos ficaram organizados por assuntos similares, para análise, discussão e composição do portfólio: a aplicação da IA na educação; a aplicação da IA na matemática; a aplicação da IA no ensino de matemática.

A Figura 2 apresenta o número de publicações nas três classificações temáticas entre os anos de 2020 a 2024. O aumento expressivo de publicações sobre IA na Educação ao longo dos anos

analisados, que em 2020 representavam 13 publicações, passou para 37 no ano de 2024, evidencia o potencial transformador dessa tecnologia no ensino e na aprendizagem. Essa tendência demonstra a busca por soluções inovadoras para os desafios da educação contemporânea, como a personalização da aprendizagem, a promoção da autonomia do aluno e a democratização do acesso ao conhecimento (Adiguzel, Kaya & Cansu, 2023).

Figura 2 – Número de publicações sobre IA na educação, na Matemática e no Ensino da Matemática de 2020 a 2024.



Fonte: Dados da pesquisa.

As publicações sobre IA na matemática, apresentaram um aumento nos últimos anos demonstrando o interesse da comunidade matemática por essa tecnologia. A IA pode contribuir para o desenvolvimento de novas teorias e métodos, auxiliar na resolução de problemas complexos e analisar grandes conjuntos de dados (Gadanidis, 2017; Lu *et al.*, 2022).

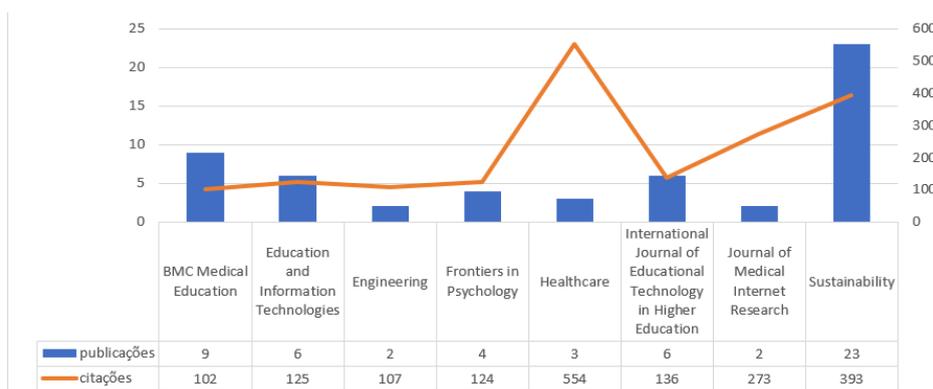
Embora o número de publicações sobre IA no ensino da matemática ainda seja menor em comparação com as outras áreas, apresenta um aumento de aproximadamente 50% entre 2020 e 2023, destacando o reconhecimento do potencial da IA para aprimorar o ensino e a aprendizagem da disciplina. Essa tendência indica que a comunidade educacional busca soluções para os desafios específicos do ensino de matemática, como a desmotivação dos alunos, as dificuldades em abstrair conceitos e a falta de recursos didáticos adequados (Qiu, Pan & Ishak, 2022).

A forte correlação positiva entre as três áreas analisadas (educação, matemática e ensino de matemática) evidencia a interdependência e o potencial sinérgico da IA. O crescimento de uma área impulsiona o crescimento das outras, demonstrando a necessidade de uma abordagem holística e interdisciplinar para o desenvolvimento e a aplicação da IA na educação matemática (Tan, 2022; Ifenthaler & Schumacher, 2023).

A Figura 3 apresenta uma análise das publicações em revistas sobre Inteligência Artificial (IA) na educação entre 2020 e 2024, destacando as oito principais revistas com base no número total de

publicações. O gráfico revela que a revista *“Sustainability”* lidera com 23 publicações, seguida por *“BMC Medical Education”* e *“Education and Information Technologies”*, com 9 e 6 publicações, respectivamente. Tal distribuição sugere um crescente interesse em integrar a IA na educação, refletindo na relevância do tema na pesquisa acadêmica.

Figura 3 - Top 8 revistas por número total de publicações de 2020 a 2024 sobre IA na educação (nota: apenas revistas com 2 ou mais publicações estão incluídas).



Fonte: Dados da pesquisa.

Além disso, as citações variam entre as revistas, com *“Healthcare”* acumulando 554 citações, indicando um impacto considerável na comunidade científica. O gráfico ilustra a relação entre o número de publicações e citações, sugerindo que revistas com mais publicações tendem a ter maior visibilidade e influência. Esses dados indicam as tendências de pesquisa em IA na educação e identificar as principais fontes de conhecimento na área.

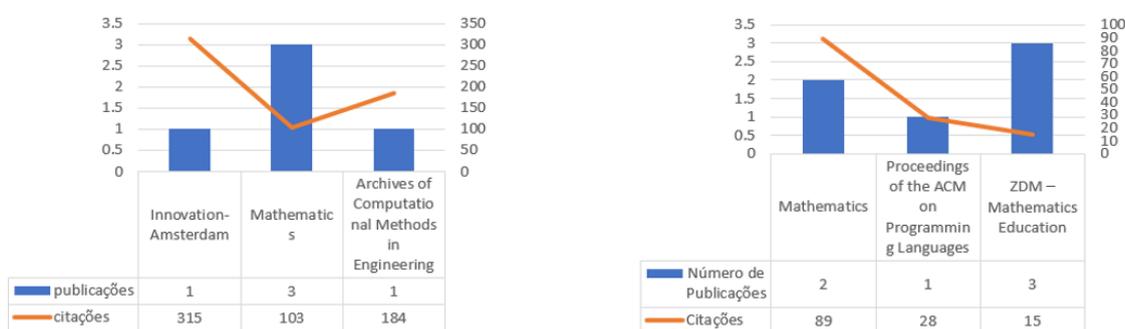
Os resultados apresentados na Figura 4 apresentam publicações e citações dos principais periódicos nas áreas de inteligência artificial em matemática e educação matemática. na figura 4(a), que aborda a ia em matemática, o periódico *“Innovation-Amsterdam”* se destaca com um número significativo de citações (315) apesar de ter apenas uma publicação. Isso sugere que, embora tenha contribuído com um único artigo, sua relevância e impacto na comunidade acadêmica são notáveis.

A Figura 4(b) sobre IA na educação matemática mostra que o periódico *“ZDM - Mathematics Education”* possui o maior número de publicações (3), mas apresenta um número relativamente baixo de citações (15), indicando que, embora tenha uma produção maior, seu impacto pode ser menor em comparação com outros periódicos. Essa análise destaca a diversidade na produção acadêmica e a variação no impacto das publicações, refletindo diferentes dinâmicas nas áreas de pesquisa. Enquanto o periódico *“Mathematics”* apresenta um número maior de citações (89).

Figura 4 - Top 3 revistas por número total de publicações de 2020 a 2024 sobre IA na matemática (a) e IA no ensino da matemática (b)

(a)

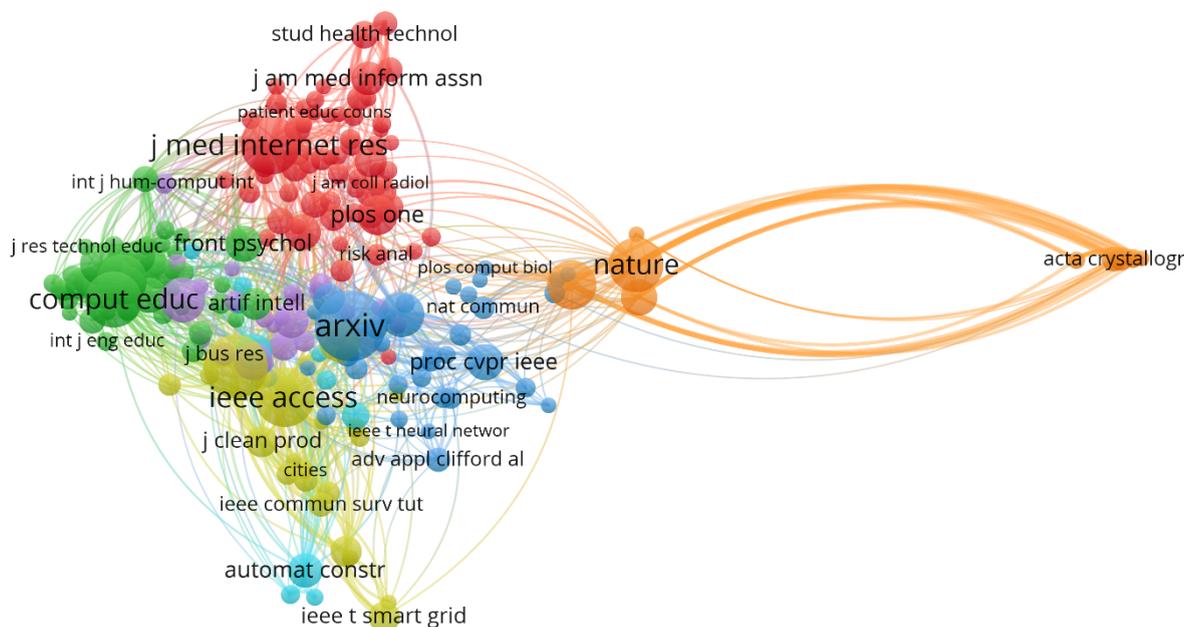
(b)



Fonte: Dados da pesquisa.

Além disso, foram selecionadas análises de cocitações e fontes citadas nas três áreas de estudo. O número mínimo de citações das fontes foi ajustado para 10, e o número de fontes a serem selecionadas foi automaticamente exibido como 222. A Figura 5 mostra que os três periódicos mais citados são “arXiv” (209 cocitações), “Sustentability” (172 cocitações) e “IEEE Access” (147 cocitações).

Figura 5 - Os periódicos mais citados (análise de cocitações).



Fonte: Dados da pesquisa.

A Tabela 1 mostra os três artigos mais citados em cada área, publicados pela “Healthcare”, “Innovation-Amsterdam” e “Mathematics”, respectivamente. Indicando um panorama das pesquisas mais relevantes e influentes em cada área.

Tabela 1 - Top 3 artigos mais citados nas áreas IA na educação (1), IA na matemática (2) e IA no ensino da matemática (3).

Tema	Título	Periódico	Autores, Ano	Total de citações
1	<i>ChatGPT Utility in Healthcare Education, Research, and Practice: Systematic Review on the Promising Perspectives and Valid Concerns</i>	<i>Healthcare</i>	Sallam, Malik, 2023	533
2	<i>Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research</i>	<i>Innovation-Amsterdam</i>	Xu, YJ et al., 2021	315
3	<i>Roles and Research Trends of Artificial Intelligence in Mathematics Education: A Bibliometric Mapping Analysis and Systematic Review</i>	<i>Mathematics</i>	Hwang, Gwo-Jen; Tu, Yun-Fang, 2021	78

Fonte: Dados da Pesquisa.

O primeiro estudo de Sallam (2023) explora as aplicações promissoras e os desafios do ChatGPT na educação em saúde. Essa ferramenta de IA baseada em linguagem natural apresenta um grande potencial para aprimorar o ensino, a pesquisa e a prática na área, mas exige atenção para questões éticas e de viés algorítmico. O segundo desenvolvido por Xu *et al.* (2021) destaca o papel da IA como um paradigma poderoso para a pesquisa científica. Explorando as diversas aplicações da IA em diferentes áreas do conhecimento, incluindo a matemática. A IA pode auxiliar na coleta e análise de dados, na modelagem de sistemas complexos e na descoberta de novos conhecimentos.

O último estudo mais citado pertencente ao tema IA no Ensino da Matemática, publicado por Hwang & Tu (2021), apresenta uma análise bibliométrica e revisão sistemática da literatura sobre a IA no ensino da matemática. O estudo identifica os principais temas de pesquisa, as tendências e os desafios nessa área. A IA pode ser utilizada para personalizar o ensino, fornecer feedback individualizado e criar ambientes de aprendizagem mais engajadores.

A Tabela 2 mostra os autores que publicaram dois ou mais estudos. Os três primeiros autores com maior número de citações foram Sayed Fayaz Ahmad (citações = 64, publicações = 2), Valentin Kuleto (citações = 60, publicações = 2) e Rocsana Bucea-Manea-Tonis (citações = 49, publicações = 2).

Tabela 2 - Principais autores classificados por número de publicações nas três áreas.

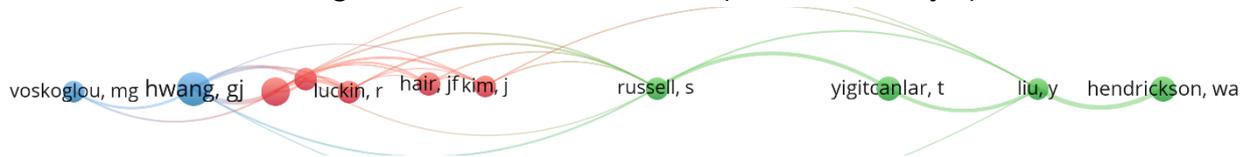
Autor	Países/Áreas	Publicações	Total de Citações (Citações por Artigo)
Sayed Fayaz Ahmad	Paquistão	2	64 (27, 37)
Rocsana Bucea-Manea-Tonis	Romênia	2	49 (16, 33)
Valentin Kuleto	Sérvia	2	60 (2, 58)
Maike Schindler	Alemanha	2	8 (2, 6)

Fonte: Dados da Pesquisa.

A Figura 6 apresenta resultados da análise de cocitações, estabelecendo o número mínimo de citações como 15. Verificou-se que as publicações de Hwang (36 citações), Bayro-Corrochano (29

citações) e Zawacki-Richter (26 citações) foram as mais cocitadas nas pesquisas dentre todas as áreas.

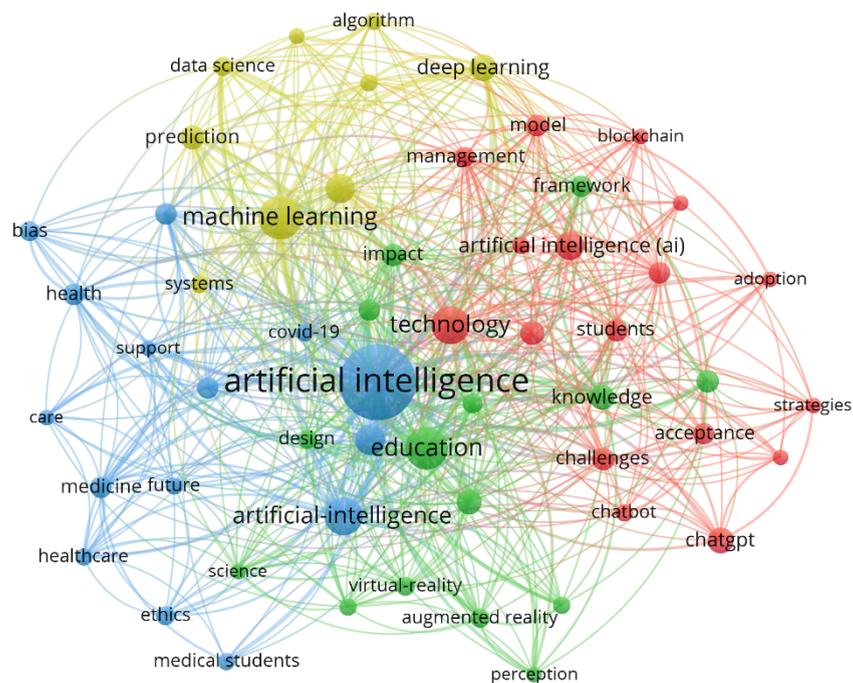
Figura 6 - Os autores mais citados (análise de cocitação).



Fonte: Dados da Pesquisa.

Um total de 56 palavras-chave dos autores estão incluídas nos 178 artigos. A Figura 7 mostra as palavras-chave mais utilizadas “*artificial intelligence*” (f = 108), “*machine learning*” (f = 35), “*education*” (f = 34), “*mathematics education*” (f = 10), “*mathematics*” (f = 9), e “*tecnology*” (f = 27).

Figura 7 - Análise da coocorrência de palavras-chave mais utilizada na pesquisa.



Fonte: Dados da Pesquisa.

A Figura 7 ilustra a interconexão de palavras-chave na pesquisa em inteligência artificial e educação. “Inteligência artificial” domina como tema central com 108 ocorrências, refletindo seu papel central na pesquisa atual. “*machine learning*” (35 ocorrências) e “*educação*” (34 ocorrências) formam clusters, indicando sua importância em aplicações de IA para aprendizagem. A “*tecnologia*” (27 ocorrências) serve de ponte entre várias áreas de investigação, sublinhando o seu papel crucial na implementação da IA em contextos educativos. “*educação*”

matemática” (10 ocorrências) e “matemática” (9 ocorrências) aparecem com menos frequência, mas conectam a IA a domínios educacionais específicos.

A visualização revela áreas emergentes como a integração da IA com a realidade virtual e aumentada na educação. Esta análise de rede revela tendências atuais de pesquisa e possíveis direções futuras em IA e educação, mostrando conexões estabelecidas e novos caminhos para exploração.

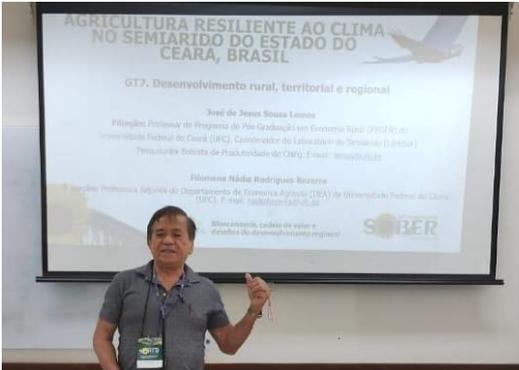
4. Conclusão

A análise sistemática da literatura sobre a aplicação da Inteligência Artificial (IA) na educação matemática revela um campo de pesquisa em crescimento e com grande potencial transformador. Os resultados demonstram que a IA pode ser utilizada de diversas maneiras para aprimorar o ensino e a aprendizagem dessa disciplina, desde a personalização do conteúdo e da avaliação até o desenvolvimento de novas teorias e métodos.

A revisão da literatura evidencia que a IA vem sendo aplicada com sucesso em diferentes contextos educacionais, contribuindo para a melhoria do desempenho dos alunos, a promoção da autonomia e a democratização do acesso ao conhecimento. Essa tendência reflete a busca por soluções inovadoras para os desafios do ensino de matemática, como a desmotivação dos estudantes e a falta de recursos didáticos adequados.

Apesar dos avanços identificados, a pesquisa sugere a necessidade de uma abordagem holística e interdisciplinar para o desenvolvimento e a implementação da IA na educação matemática. Essa abordagem deve envolver a colaboração entre especialistas em matemática, pedagogia e tecnologia, a fim de garantir o rigor conceitual, a eficácia pedagógica e a adequação tecnológica das soluções propostas. Dessa forma, a IA poderá se consolidar como uma ferramenta transformadora e potencializadora do ensino e da aprendizagem da matemática.

Diante dos resultados, conclui-se que a Inteligência Artificial é um recurso promissor para a educação matemática, com potencial na otimização de processos no ensino e na aprendizagem. No entanto, sua aplicação deve ser pautada por uma abordagem integrada e multidisciplinar, garantindo que as soluções tecnológicas sejam pedagogicamente eficazes e acessíveis. Além disso, destaca-se a importância de pesquisas contínuas para avaliar os impactos da IA na prática educacional e assegurar que seu uso seja ético, inclusivo e alinhado às necessidades reais dos estudantes e educadores.

	<p>FEITOSA, M. M. é bacharel em Ciências Econômicas, mestra em Economia Rural e Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Licenciada em Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul e Especialista em Tecnologias Educacionais pela Faculdade Focus.</p> <p>ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3748-2395</p> <p>E-mail: milenamonteirofeitosa@gmail.com</p>
	<p>LEMOS, J. J. S. é professor permanente dos Programas de Pós-Graduação em Economia Rural e Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará. Pesquisador e Bolsista de Produtividade do CNPQ.</p> <p>ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2169-1360</p> <p>E-Mail: lemos@ufc.br</p>
	<p>NASCIMENTO, L. é professora de geografia do ensino básico (fundamental e médio) na rede de ensino do Estado do Rio Grande do Norte.</p> <p>Bacharel em Gestão Ambiental pela Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), Licenciada em Geografia pela Claretiano - Centro Universitário, Especialista em Geografia e Meio Ambiente (FAVENI) e Geografia do Brasil (FAVENI), Mestra em Manejo de Solo e Água (Linha de Pesquisa: Impactos Ambientais pelo uso do solo e da água) pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente (Linha de Pesquisa: Impactos Ambientais da Zona Costeira) pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Participa como membro do Projeto de Extensão intitulado: Monitoramento Participativo de</p>

	<p>Chuvas e Nuvens em Alcântara, Maranhão: Uma Abordagem Educativa nas Escolas utilizando Pluviômetros e Protocolos GLOBE e do Projeto de Pesquisa: Análise Ambiental Integrada: bases para planejamento ambiental da bacia hidrográfica do Rio Pericumã da Universidade Federal do Maranhão (UFMA).</p> <p>ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6083-8417</p> <p>E-mail: louizenscmt@gmail.com</p>
	<p>MACHADO, A. M. B. é professor do curso de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Maranhão. Completou seu doutorado na Universidade Federal do Ceará. Seus interesses de pesquisa incluem Geoecologia de paisagem, Sensoriamento Remoto, Oceanografia abiótica, com destaque para Geoprocessamento. Esteve envolvido no projeto intitulado Análise Ambiental Integrada: bases para planejamento ambiental da bacia hidrográfica do Rio Pericumã.</p> <p>ORCID: http://orcid.org/0000-0002-4838-6913</p> <p>E-mail: adilson.borges@ufma.br</p>

Referências Bibliográficas

ADELABU, F. M.; MAKGATO, M.; RAMALIGELA, M. S. Enhancing Learners' Geometric Thinking Using Dynamic Geometry Computer Software. **Journal of Technical Education and Training**, v. 11, n. 1, 2019.

ADIGUZEL, T.; KAYA, M.; CANSU, F. Revolutionizing education with AI: Exploring the transformative potential of ChatGPT. **Contemporary Educational Technology**, v. 15, n. 3, 2023.

ASMUSS, S.; BUDKINA, N. On usage of visualization tools in teaching mathematics at universities. **Engineering for Rural Development**, v. 18, 2019.

CHEN, L.; CHEN, P.; LIN, Z. Artificial Intelligence in Education: A Review. **IEEE Access**, v. 8, 2020.

CONATI, C. *et al.* Toward personalized XAI: A case study in intelligent tutoring systems. **Artif. Intell.**, v. 298, 2019.

DABINGAYA, M. Analyzing the Effectiveness of AI-Powered Adaptive Learning Platforms in Mathematics Education. **Interdisciplinary Journal Papier Human Review**, v. 3, n. 1, 2022.

DENG, L. Artificial Intelligence in the Rising Wave of Deep Learning: The Historical Path and Future Outlook [Perspectives]. **IEEE Signal Processing Magazine**, v. 35, p.180-177, 2018.

DWIVEDI, Y. *et al.* Artificial Intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. **International Journal of Information Management**, v. 57, 2019.

ENRÍQUEZ, F.; JIMÉNEZ, J.; ROMERO-MORENO, L. Using a business process management system to model dynamic teaching methods. **J. Strateg. Inf. Syst.**, v. 28, p. 275-291, 2019.

FAN, J. *et al.* From Brain Science to Artificial Intelligence, **Engineering**, v. 6, n. 3, p.248-252, 2020.

FERENHOF, H. A.; FERNANDES, R. F. Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SSF. **Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina**, v. 21, n. 3, 2016.

GADANIDIS, G. Artificial intelligence, computational intelligence, and mathematics education. **The International Journal of Information and Learning Technology**, v. 34, n. 2, p.133-139, 2017.

GLAZ, A. *et al.* MACHINE LEARNING AND NATURAL LANGUAGE PROCESSING IN MENTAL HEALTH: SYSTEMATIC REVIEW. **Journal of Medical Internet Research**, v. 23, 2019.

GYORY, J. *et al.* Human Versus Artificial Intelligence: A Data-Driven Approach to Real-Time Process Management During Complex Engineering Design. **Journal of Mechanical Design**, v. 144, n. 2, 2021.

HARDMAN, J. Towards a pedagogical model of teaching with ICTs for mathematics attainment in primary school: A review of studies 2008–2018. **Heliyon**, v. 5, 2019.

HASIBUAN, R.; AZIZAH, A. Analyzing the Potential of Artificial Intelligence (AI) in Personalizing Learning to Foster Creativity in Students. **Enigma in Education**, v. 1, n. 1, 2023.

HASHIM, S. *et al.* Trends on Technologies and Artificial Intelligence in Education for Personalized Learning: Systematic Literature Review. **International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development**, v. 12, n. 1, 2022.

HWANG, G.; TU, Y. Roles and Research Trends of Artificial Intelligence in Mathematics Education: A Bibliometric Mapping Analysis and Systematic Review. **Mathematics**, v. 9, n. 6, 2021.

IFENTHALER, D.; SCHUMACHER, C. Reciprocal issues of artificial and human intelligence in education. **Journal of Research on Technology in Education**, v. 55, 2023.

JANČAŘÍK, A.; MICHAL, J.; NOVOTNÁ, J. Using AI Chatbot for Math Tutoring. **Journal of Education Culture and Society**, v. 14, n. 2, 2023.

LU, P. *et al.* A Survey of Deep Learning for Mathematical Reasoning. **ArXiv**, v. 1, 2022.

LUDERMIR, T. B. Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina: estado atual e tendências. **Estudos Avançados**, v. 35, n.101, 85–94, 2021.

MOOR, J. Alan Turing (1912–1954). **Minds and Machines**, v. 10, n. 461, 2022.

MOU, X. Artificial Intelligence: Investment Trends and Selected Industry Uses. EMCompass, © International Finance Corporation, Washington, DC, n. 71, 2019.

QIU, Y.; PAN, J.; ISHAK, N. Effectiveness of Artificial Intelligence (AI) in Improving Pupils' Deep Learning in Primary School Mathematics Teaching in Fujian Province. **Computational Intelligence and Neuroscience**, 2022.

RAJ, A. *et al.* **A Study of Recent Advancements in Deep Learning for Natural Language Processing**. 2023 IEEE World Conference on Applied Intelligence and Computing (AIC), p.300-306, 2023.

ROBINSON, L. *et al.* Digital Inclusion Across the Americas and Caribbean. **Social Inclusion**, v. 8, p.244-259, 2020.

RODRÍGUEZ-MORENO, M.; KEARNEY, P. Integrating AI planning techniques with workflow management system. **Knowl. Based Syst.**, v. 15, p.285-291, 2002.

SALLAM, M. ChatGPT Utility in Healthcare Education, Research, and Practice: Systematic Review on the Promising Perspectives and Valid Concerns. **Healthcare** (Basel, Switzerland), v. 11, n. 6, 2023.

SIDDAWAY, A. P.; WOOD, A. M.; HEDGES, L. V. How to do a systematic review: a best practice guide for conducting and reporting narrative reviews, meta-analyses, and meta-syntheses. **Annual Review of Psychology**, v. 70, n. 1, p. 747–770, 2019.

SU, K. Implementation of innovative artificial intelligence cognitions with problem-based learning guided tasks to enhance students' performance in science. **Journal of Baltic Science Education**, v. 21, n. 2, p. 245-257, 2022.

TAN, J. Information Analysis of Advanced Mathematics Education-Adaptive Algorithm Based on Big Data. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2022, n. 1, p. 7796681, 2022.

TAPALOVA, O.; ZHIYENBAYEVA, N., Artificial Intelligence in Education: AIED for Personalised Learning Pathways. **The Electronic Journal of e-Learning**, v. 20, n. 5, p. 639-653, 2022.

TURING, Alan. Computing Machinery and Intelligence. **Mind**, v. LIX, n. 236, p. 433-460, 1950.

VAERENBERGH, S.; P'EREZ-SUAY, A. A Classification of Artificial Intelligence Systems for Mathematics Education. **ArXiv**, 2021.

VOSKOGLOU, M.; SALEM, A. Benefits and Limitations of the Artificial with Respect to the Traditional Learning of Mathematics. **Mathematics**, v. 8, n. 4, 2020.

XU, Y. *et al.* Artificial intelligence: A powerful paradigm for scientific research. **Innovation** (Cambridge (Mass.)), v. 2, n. 4, 2021.

WARSCHAUER, Mark. **Technology and social inclusion: rethinking the digital divide**. 1. ed. Cambridge: MIT Press, 2004. 303 p.

YASSINE, B. *et al.* Intelligent Chatbot-LDA Recommender System. **Int. J. Emerg. Technol. Learn.**, v. 15, p.4-20, 2020.

ZHANG, K.; ASLAN, A. AI technologies for education: Recent research & future directions. **Comput. Educ. Artif. Intell.**, v. 2, 2021.

ZAWACKI-RICHTER, O. *et al.* Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators?. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 16, 2019.

COMO CITAR ESTE TRABALHO

ABNT: FEITOSA, M. M. *et al.* Inteligência Artificial e a Matemática: uma Revisão Sistemática de Literatura sobre Aplicações em Educação e Ensino. **EaD em Foco**, v. 15, n. 1, e2410, 2025. doi: <https://doi.org/10.18264/eadf.v15i1.2410>