



O conhecimento do professor que ensina matemática na era da inteligência artificial: uma revisão sistemática

The knowledge of the mathematics teacher in the age of artificial intelligence: a systematic review

Loryane Santos de Oliveira¹

<https://orcid.org/0000-0002-5618-3315> 

André Luis Trevisan¹

<https://orcid.org/0000-0001-8732-1912> 

Eliane Maria de Oliveira Araman¹

<https://orcid.org/0000-0002-1808-2599> 

Sani de Carvalho Rutz da Silva¹

<https://orcid.org/0000-0002-1548-5739> 

Alessandra Dutra¹

<https://orcid.org/0000-0001-5119-3752> 

1. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Brasil. E-mail: loliveira.1996@alunos.utfpr.edu.br; andrelt@utfpr.edu.br; elianearaman@utfpr.edu.br; sani@utfpr.edu.br; alessandradutra@utfpr.edu.br

Resumo: Este artigo analisa a relação entre o conhecimento do professor que ensina matemática e a integração da Inteligência Artificial (IA) na educação. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática da literatura, utilizando a metodologia Methodi Ordinatio, com foco em estudos publicados entre 2018 e 2025 em periódicos de alto impacto. A análise qualitativa concentrou-se nos dez principais artigos, de um total de trinta selecionados, que discutem temas como o papel do professor e seus conhecimentos profissionais; transformações na prática docente mediadas pela IA; articulações entre conhecimentos pedagógicos, matemáticos e tecnológicos; impactos da IA na sala de aula; competências exigidas para o uso pedagógico da IA; e lacunas na formação docente. Os resultados indicam que a Inteligência Artificial vem redefinindo o papel do professor, exigindo a integração entre conhecimentos tradicionais e tecnológicos. Apesar dos benefícios, como a personalização do ensino, também se evidenciam desafios relacionados a aspectos algorítmicos e riscos à privacidade, o que destaca a necessidade de uma formação docente que prepare os professores para uma atuação ética, crítica e mediadora.

Palavras-chave: educação matemática, formação de professores, inteligência artificial, AI-TPACK, methodi ordinatio.

Abstract: This article analyzes the relationship between the knowledge of mathematics teachers and the integration of Artificial Intelligence (AI) into education. To this end, a systematic literature review was conducted using the Methodi Ordinatio methodology, focusing on studies published between 2018 and 2025 in high-impact journals. The

qualitative analysis focused on the top ten articles, out of a total of thirty selected, which discuss topics such as the role of the teacher and their professional knowledge; transformations in teaching practice mediated by AI; connections between pedagogical, mathematical, and technological knowledge; impacts of AI in the classroom; competencies required for the pedagogical use of AI; and gaps in teacher training. The results indicate that Artificial Intelligence is redefining the role of the teacher, requiring the integration of traditional and technological knowledge. Despite the benefits, such as the personalization of teaching, challenges related to algorithmic aspects and privacy risks are also evident, highlighting the need for teacher training that prepares teachers to act ethically, critically, and as mediators.

Keywords: mathematics education, teacher education, artificial intelligence, AI-TPACK, methodi ordinatio.

Introdução

Nos últimos anos, os avanços tecnológicos, especialmente no campo da Inteligência Artificial (IA), têm impulsionado mudanças nas práticas educativas (Luckin et al., 2016; Holmes et al., 2019). Ferramentas como tutores inteligentes, plataformas adaptativas e modelos generativos, como o ChatGPT, vêm sendo progressivamente incorporadas aos contextos educacionais, apresentando potencial para modificar métodos de ensino e aprendizagem (Anderson, 2020).

Esse movimento também tem sido amplamente discutido no campo da Educação Matemática, especialmente em estudos que analisam as relações entre tecnologias digitais, produção de conhecimento e formação docente, destacando o papel das mídias na reorganização do pensamento matemático e das práticas pedagógicas (Rosa & Borba, 2012; Borba & Penteado, 2014).

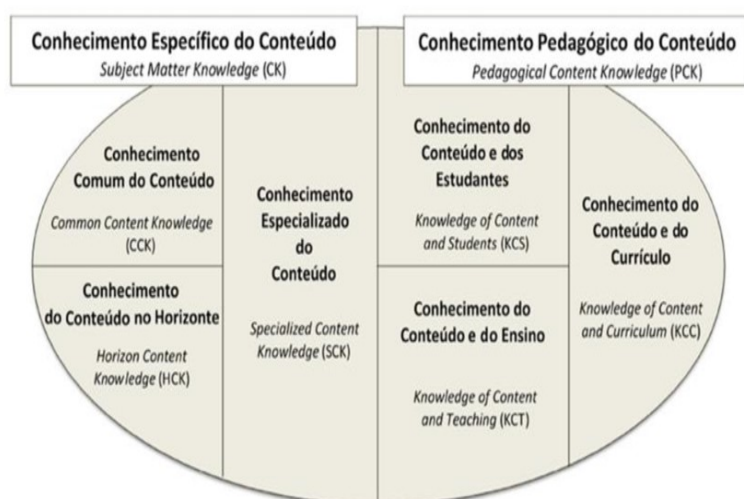
No contexto brasileiro, a Educação Básica enfrenta desafios relacionados à qualidade do ensino, às desigualdades de acesso e à promoção de aprendizagens significativas (Brasil, 2018; Skovsmose, 2001). Na Educação Matemática, esses desafios se manifestam na predominância de práticas centradas na reprodução de procedimentos e na dificuldade de promover o desenvolvimento do raciocínio e da construção de significados (Ponte, 2005; Stein & Smith, 1998). Embora documentos curriculares enfatizem abordagens voltadas a processos cognitivos mais complexos, observa-se uma tensão entre essas orientações e as práticas efetivamente desenvolvidas nas escolas (Brasil, 2018).

Nesse cenário, surgem questionamentos acerca do papel do professor. Destaca-se, em particular, a necessidade de compreender quais conhecimentos devem ser mobilizados para integrar a IA de forma adequada e ética à prática pedagógica (Almuhanna, 2024). Sob essa perspectiva, ganham relevância as discussões sobre o professor que ensina matemática, disciplina esta que é tradicionalmente desafiadora e fundamental na Educação Básica, bem como sobre

como modelos clássicos relativos aos conhecimentos profissionais docentes (Tardif, 2014; Shulman, 1986; Ball et al., 2008) dialogam com as inovações promovidas pela IA.

Modelos teóricos como o *Mathematical Knowledge for Teaching* (MKT), proposto por Ball et al. (2008), descrevem domínios fundamentais do conhecimento do professor que ensina matemática. Esse modelo contempla tanto o conhecimento do conteúdo matemático quanto o conhecimento pedagógico do conteúdo e surge a partir do desdobramento do trabalho de Shulman (1986), que elaborou o conceito de Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) destacando a articulação entre o domínio do conteúdo específico e a capacidade de saber ensiná-lo efetivamente.

Figura 1 – Domínios do Conhecimento Matemático para o Ensino (MKT).



Fonte: Adaptado de Elias (2017, p. 32), traduzido de Ball et al. (2008)

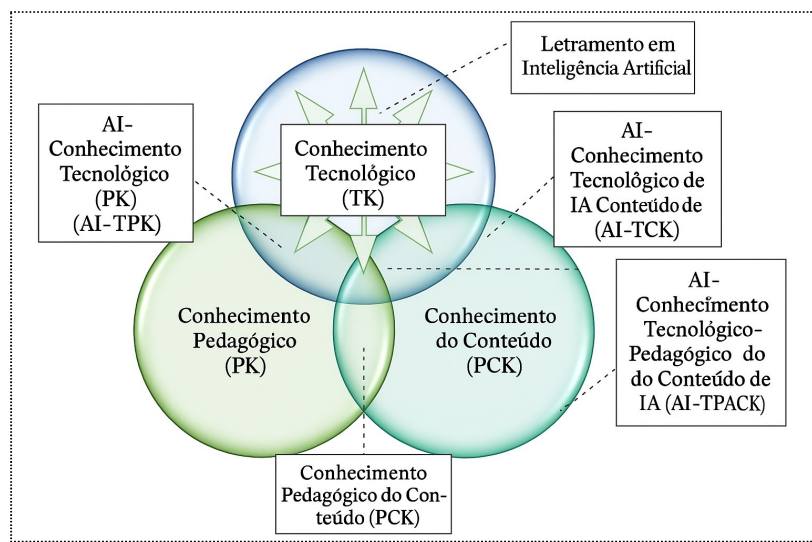
Nota. [Descrição da imagem] Esquema em formato oval, dividido em duas partes principais. À esquerda está o título Conhecimento Específico do Conteúdo, subdividido em Conhecimento Comum do Conteúdo, Conhecimento do Conteúdo no Horizonte e Conhecimento Especializado do Conteúdo. À direita está o título Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, subdividido em Conhecimento do Conteúdo e dos Estudantes, Conhecimento do Conteúdo e do Ensino e Conhecimento do Conteúdo e do Currículo. Todos os títulos aparecem em português, acompanhados da nomenclatura em inglês e de suas respectivas siglas. [Fim da descrição].

Com o avanço das tecnologias digitais e sua inserção no âmbito escolar, especialmente nas duas últimas décadas, Mishra e Koehler (2006) propuseram o modelo TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*), que acrescenta o componente tecnológico à tradicional integração entre conteúdo e pedagogia, articulando esses três domínios de forma interdependente. No contexto da Educação Matemática, esse modelo implica em compreender quais recursos digitais podem potencializar a aprendizagem de determinados tópicos e como usá-los didaticamente (Niess, 2005; Koehler et al., 2013).

Com a chegada da IA, essa base de conhecimentos se expande. O professor

passa a enfrentar demandas relacionadas ao letramento em IA. Essas demandas incluem compreender o funcionamento dos sistemas, avaliar criticamente seus resultados, reconhecer riscos éticos e utilizá-los pedagogicamente de forma apropriada. Em resposta a esse cenário, Ning et al. (2024) propuseram o modelo AI-TPACK (Figura 2), uma adaptação do TPACK original que incorpora as dimensões específicas do uso da IA incluindo conhecimentos tecnológicos, pedagógicos, de conteúdo e éticos voltados para essas ferramentas.

Figura 2 – Modelo AI-TPACK.



Fonte: Adaptado de Ning et al. (2024, p. 95).

Nota.[Descrição da imagem] Esquema composto por três círculos sobrepostos, representando Conhecimento Tecnológico (TK), Conhecimento Pedagógico (PK) e Conhecimento do Conteúdo (PCK). As intersecções entre os círculos destacam as combinações entre esses conhecimentos. Ao redor do esquema há caixas retangulares identificando os domínios relacionados à Inteligência Artificial: AI-Conhecimento Tecnológico (AI-TPK), AI-Conhecimento Tecnológico de IA Conteúdo (AI-TCK) e AI-Conhecimento Tecnológico-Pedagógico do Conteúdo de IA (AI-TPACK). Na parte superior há uma caixa com o texto Letramento em Inteligência Artificial, ligada ao esquema por linhas tracejadas. [Fim da descrição].

Dessa forma, torna-se necessária a análise dos conhecimentos docentes prioritários na era da IA, bem como dos impactos dessa tecnologia na identidade profissional e na prática do professor de Matemática.

Para orientar a investigação, formulou-se a seguinte pergunta de pesquisa: “Quais são as principais evidências e discussões, em periódicos científicos de alto impacto, sobre a interseção entre o conhecimento profissional de professores de Matemática e a utilização de IA na educação?”

Com isso, este artigo tem como objetivo compreender, por meio da realização de uma revisão sistemática de literatura, a relação entre o conhecimento do professor de Matemática e a IA. Mais especificamente, busca-se responder às seguintes questões: (a) qual é o papel e quais são os conhecimentos esperados do

professor de Matemática na atualidade? (b) de que forma a IA tem transformado a educação e a prática docente? (c) como o professor pode articular os conhecimentos pedagógicos, matemáticos e tecnológicos, desenvolvendo as competências necessárias para o uso pedagógico da IA? (d) quais os impactos da IA no cotidiano escolar, incluindo vantagens, limitações e implicações éticas? (e) quais são as lacunas e os desafios na formação inicial e continuada de professores diante dessas inovações?

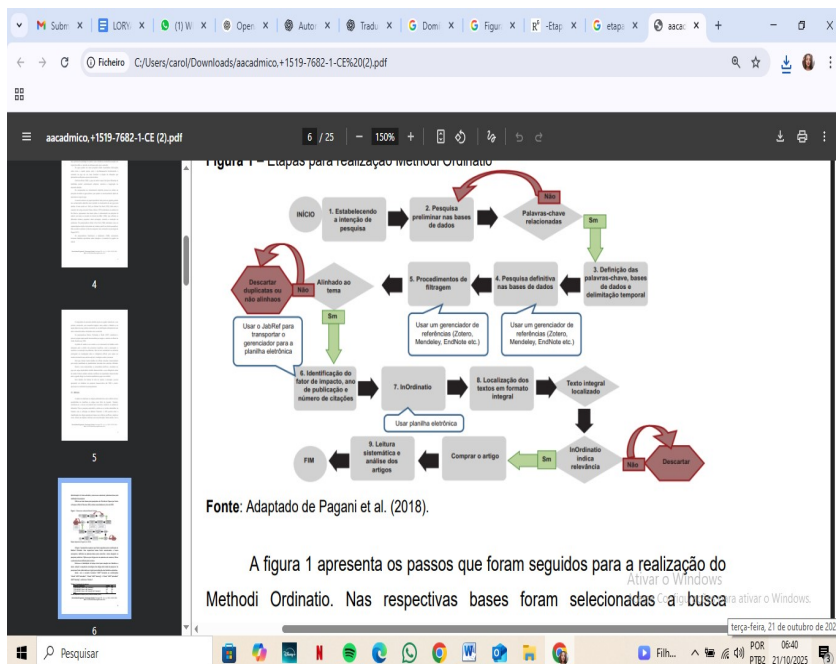
Para alcançar esses objetivos, adotou-se a metodologia *Methodi Ordinatio* (Pagani et al., 2015), que orienta o levantamento, a seleção e a classificação dos estudos científicos relevantes sobre o tema. O artigo está estruturado em quatro seções. A primeira apresenta a metodologia, com a descrição da aplicação do *Methodi Ordinatio*. A segunda expõe os resultados da análise dos artigos selecionados. A terceira seção discute os resultados à luz das questões de pesquisa. Por fim, são apresentadas as considerações finais, que sintetizam as conclusões e indicam perspectivas para estudos futuros.

Metodologia da Pesquisa

Esta pesquisa caracteriza-se como uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), fundamentada nos princípios metodológicos definidos por Kitchenham (2004) e Okoli (2015). O estudo foi conduzido com o objetivo de mapear e analisar as publicações científicas acerca do tema “Conhecimentos do professor de Matemática e Inteligência Artificial”. Para assegurar a qualidade dos estudos selecionados, adotou-se o protocolo *Methodi Ordinatio*, proposto por Pagani et al. (2015), cujas etapas estão apresentadas na Figura 3.

Nesse sentido, embora a Figura 3 sintetize visualmente o protocolo adotado, torna-se necessário explicitar como cada uma dessas etapas foi operacionalizada no desenvolvimento dessa pesquisa. O *Methodi Ordinatio* envolve um conjunto de procedimentos que incluem: (i) definição do objetivo da pesquisa; (ii) estabelecimento das estratégias de busca; (iii) aplicação de critérios de inclusão e exclusão; (iv) coleta dos indicadores bibliométricos; (v) cálculo do índice InOrdinatio; e (vi) organização e análise do portfólio final. Essa metodologia possibilita a seleção e o ranqueamento objetivo dos artigos científicos, articulando critérios bibliométricos e qualitativos, conforme detalhado nas etapas descritas anteriormente.

Figura 3 – Etapas sugeridas pela *Methodi Ordinatio*



Fonte: Pagani et al. (2018)

Nota. [Descrição da imagem] Fluxograma composto por caixas, setas e losangos conectados, organizados em sequência para representar as etapas do Methodi Ordinatio. O diagrama inicia com a definição da intenção da pesquisa e segue pelas etapas de pesquisa preliminar, definição de palavras-chave, busca nas bases de dados, procedimentos de filtragem, identificação do fator de impacto, ano de publicação e número de citações, aplicação do índice InOrdinatio, localização dos textos completos e leitura sistemática dos artigos. Ao longo do fluxograma, losangos indicam pontos de decisão, com os resultados "Sim" e "Não", direcionando o fluxo para a continuidade da seleção ou para o descarte dos artigos [Fim da descrição].

Procedimentos de Busca e Seleção

Inicialmente, definiu-se a pergunta de pesquisa que orientou a revisão: “*Quais são as principais evidências e discussões, em periódicos de alto impacto, sobre a interseção entre o conhecimento profissional de professores de Matemática e a utilização de IA na educação?*”. Com base nessa questão, elaboraram-se estratégias de busca utilizando palavras-chave em inglês e português, incluindo termos como: “conhecimento do professor de matemática” (*mathematics teacher knowledge*), “educação matemática” (*mathematics education*), “inteligência artificial na educação” (*artificial intelligence in education*), “IA no ensino” (*AI in teaching*), “TPACK e IA” (*TPACK and AI*), “competências docentes em IA” (*teacher competencies AI*), “conhecimento do professor de matemática” (*mathematics teacher knowledge*), “IA na educação” (*AI in education*).

Os conectores booleanos (AND/OR) foram empregados para combinar termos, por exemplo, “*teacher*” AND “*AI*” AND “*education*”. As buscas foram realizadas nas bases de dados como Web of Science, Scopus, ERIC e SciELO.

Definiu-se um recorte temporal de 2018 a início de 2025, priorizando pesquisas recentes e alinhadas ao avanço da IA. Adicionalmente, para assegurar a

qualidade das evidências, deu-se preferência a artigos publicados em periódicos Qualis A1 ou A2 (conforme classificação CAPES 2017-2020 na área de Ensino/Educação) e/ou em periódicos com alto fator de impacto. Na triagem inicial, consideram-se apenas publicações em periódicos *peer-reviewed*; foram excluídos estudos fora do escopo (por exemplo, estudos sobre ensino de IA para alunos, sem relação com formação de professores, ou pesquisas gerais sobre IA na educação que não abordassem implicações para o docente).

A busca inicial, realizada até fevereiro de 2025, resultou em aproximadamente 120 artigos potenciais. Em seguida, procedeu-se à eliminação de duplicatas, ou seja, estudos listados em mais de uma base e à leitura dos títulos, resumos e palavras-chave para o filtro de relevância. Nessa triagem, excluíram-se trabalhos que não atendiam ao escopo definido. Ao final desta etapa, obteve-se um conjunto de 43 estudos alinhados ao tema central.

Cabe destacar que essa etapa corresponde, no âmbito do *Methodi Ordinatio*, à fase de construção e refinamento do portfólio inicial, na qual se definem os critérios que orientam a identificação dos estudos potencialmente relevantes para a pesquisa.

Aplicação do Methodi Ordinatio e Cálculo do InOrdinatio

Os 43 artigos selecionados passaram então pela classificação via *InOrdinatio*, conforme definido no *Methodi Ordinatio*. A métrica *InOrdinatio* é um índice numérico calculado a partir de três elementos: i) o fator de impacto do periódico em que o artigo foi publicado (IF, ou outro indicador de qualidade do periódico, como JCR ou SJR); ii) o número de citações do artigo (até o momento da pesquisa, coletado preferencialmente do Google Scholar) e; iii) o ano de publicação do artigo.

A fórmula original proposta por Pagani et al. (2015) é dada por: $InOrdinatio = IF/1000 + \alpha \times [10 - (Ano Pesquisa - Ano Publicação)] + (\Sigma Citações)$. Onde α é um fator de ajuste para dar peso à atualidade do artigo (os autores sugerem $\alpha = 1$ como padrão). O termo $[10 - (Ano Pesquisa - Ano Publicação)]$ confere a pontuação maior a trabalhos mais recentes (até um limite de 10 anos, artigos publicados há mais de 10 anos recebem 0 neste componente). Assim, o *InOrdinatio* combina em uma única pontuação: O impacto do periódico (IF/1000), a novidade temporal (α multiplicado pelo “fator idade” do artigo) e a influência medida por citações.

No entanto, o cálculo do índice *InOrdinatio* não se constitui como uma etapa isolada, mas integra um processo mais amplo de organização da literatura. Esse índice considera simultaneamente o fator de impacto do periódico, o número de citações e o ano de publicação, permitindo estabelecer um critério de ordenação que

articula relevância científica e atualidade dos estudos.

Assim, essa etapa corresponde à fase de ranqueamento dos estudos no *Methodi Ordinatio*, possibilitando a priorização de artigos com maior potencial de contribuição para o campo investigado, sem, contudo, excluir a análise qualitativa dos demais trabalhos selecionados.

Esse índice visa apontar a relevância científica de cada artigo dentro do portfólio pesquisado, equilibrando o reconhecimento consolidado de artigos clássicos amplamente citados com a inclusão de estudos recentes de alto impacto. No presente estudo, consideramos Ano Pesquisa = 2025 e adotamos $\alpha = 1$. Para cada um dos 43 artigos pré-selecionados foram coletadas as seguintes informações: o fator de impacto do periódico (preferencialmente JCR 2022 ou 2023; quando não disponível, utilizou-se o SJR 2022 como aproximação), o número de citações (obtido no Google Scholar, até fevereiro de 2025) e o ano de publicação.

Com base nesses dados, calculou-se a pontuação *InOrdinatio* de cada artigo por meio de planilha eletrônica (conforme sugerido por Pagani et al. (2015), que desenvolveram ferramentas como o *RankIn* para automatizar esse processo). A ferramenta *RankIn* permite operacionalizar a aplicação da fórmula do *InOrdinatio*, integrando variáveis como ano de publicação, número de citações e fator de impacto dos periódicos, possibilitando a ordenação sistemática dos estudos.

Para a obtenção do fator de impacto, foram consideradas métricas bibliométricas amplamente reconhecidas na literatura científica, como o *Journal Citation Reports* (JCR) e o *SCImago Journal Rank* (SJR). O JCR corresponde a um indicador baseado na média de citações recebidas por artigos de um periódico em determinado período, enquanto o SJR considera, além do número de citações, o prestígio das revistas que citam os artigos, oferecendo uma medida mais contextualizada do impacto científico.

Após o cálculo do índice, os artigos foram ordenados do maior para o menor valor de *InOrdinatio*. Em linha com a metodologia, definiu-se como portfólio final da revisão o conjunto de artigos com maiores pontuações, que em conjunto contemplaram as principais vertentes do tema investigado.

Observou-se uma variação considerável na pontuação *InOrdinatio*, desde valores superiores a 50 (artigos recentes e amplamente citados) até abaixo de 5 (artigos também recentes, porém com pouquíssimas citações). Estabeleceu-se um ponto de corte considerando a saturação teórica do tema, verificando-se que os dez artigos melhores ranqueados cobriam satisfatoriamente as principais vertentes do assunto investigado, enquanto os demais apresentavam baixa contribuição

incremental ou redundância temática. Dessa forma, o portfólio final da revisão foi composto por trinta estudos publicados entre 2018 e 2025, refletindo o caráter recente e em expansão das discussões sobre IA e formação docente.

Análise dos Dados

Os dados extraídos foram organizados em quadros, incluindo: objetivos do estudo, método utilizado, principais resultados e conclusões referentes à relação entre conhecimento do professor, especialmente aos que ensinam Matemática e IA. Essa organização facilitou a análise temática, permitindo agrupar os resultados da literatura em categorias correspondentes aos eixos da nossa pergunta de pesquisa.

Como forma de apresentar parte dos resultados bibliométricos da seleção, elaborou-se a Tabela 1, listando os dez principais artigos (de um total de trinta) ranqueados pelo índice *InOrdinatio*, acompanhados de suas principais características. Ressalta-se que todos pertencem a periódicos de alto impacto (Qualis A1 ou A2, conforme a classificação CAPES 2017-2020 área de Educação/Ensino), o que reforça a qualidade das evidências aqui discutidas.

Para fins de síntese e devido às limitações de espaço, a discussão centra-se nos dez principais artigos mais bem classificados, segundo o índice *InOrdinatio* (Tabela 1), os quais englobam os resultados mais relevantes e exemplificam distintas perspectivas acerca da temática investigada.

Tabela 1 – Dez principais artigos ranqueados pelo *InOrdinatio*

Ranking	Artigo (ano)	IF	Citações	InOrdinatio
1º	Celik (2023)	6,829	15	≈ 23,00
2º	Sun et al. (2023)	5,421	12	≈ 21,04
3º	Yan et al., (2024)	4,577	8	≈ 17,06
4º	Almuhanna, (2024)	5,421	7	≈ 17,04
5º	Imran e Almusharraf, (2024)	0,700	6	≈ 15,07
6º	Ning et al., (2024)	3,889	5	≈ 14,09
7º	Bai et al., (2024)	2,000	5	≈ 14,00
8º	Saragih, (2024)	5,000	4	≈ 13,09
9º	Kim et al., (2024)	5,421	4	≈ 13,04
10º	Ng et al., (2025)	0,0	3	≈ 13,00

Fonte: Elaborado pela autora - Methodi Ordinatio (2025).

Nota. Tabela composta por cinco colunas e dez linhas de dados. As colunas apresentam as informações de Ranking, Artigo (ano), IF, Citações e InOrdinatio. As linhas listam os dez artigos mais bem classificados, organizados em ordem decrescente de pontuação no índice InOrdinatio, do 1º ao 10º lugar, indicando o autor, ano de publicação, fator de impacto do periódico, número de citações e a pontuação obtida no índice.

A análise dos artigos ranqueados evidencia que os estudos com maior pontuação no índice InOrdinatio tendem a combinar publicações recentes com elevado impacto em periódicos científicos e número significativo de citações.

Esses estudos estão inseridos em periódicos de reconhecida relevância na área, como *Computers in Human Behavior*, *Education and Information Technologies*, *Education Sciences*, *Journal of Technology and Teacher Education*, *International Journal of STEM Education*, *Sustainability* e *Computers and Education: Artificial Intelligence*, o que reforça a consistência das evidências analisadas.

Observa-se, ainda, uma predominância de pesquisas que articulam conhecimentos pedagógicos, tecnológicos e específicos da Matemática, indicando uma tendência da literatura em compreender a integração da IA como um fenômeno multidimensional na formação docente. Destaca-se que a maior parte dos estudos possui caráter empírico, investigando percepções de professores, desenvolvimento de conhecimentos profissionais e desafios práticos na integração da IA ao ensino, enquanto os estudos teóricos contribuem para a sistematização conceitual e o aprofundamento das discussões sobre modelos de conhecimento docente no contexto da IA.

Os artigos ranqueados incluem tanto estudos teóricos quanto pesquisas empíricas recentes, que investigam percepções de professores, desenvolvimento de conhecimentos e desafios práticos na integração da IA ao ensino. Observa-se uma concentração significativa de publicações nos últimos dois anos (2023–2024), refletindo o aumento do interesse acadêmico após a popularização de ferramentas de IA generativa.

Transparência no Uso de Ferramentas de IA

Este estudo contou com o apoio da ferramenta de IA generativa (ChatGPT-5, desenvolvido pela *OpenAI*) durante o processo de escrita. A ferramenta foi utilizada como suporte para revisão textual, organização de ideias e aprimoramento da clareza, não tendo substituído a análise crítica dos pesquisadores nem a tomada de decisões metodológicas e interpretativas, que permaneceram sob responsabilidade dos autores da pesquisa.

O ChatGPT foi lançado, originalmente, em 2022, alcançando ampla disseminação como modelo de linguagem capaz de gerar texto em linguagem natural a partir de instruções fornecidas pelo usuário (*OpenAI*, 2022). As versões subsequentes ampliaram sua capacidade de raciocínio e multimodalidade, consolidando o papel dessas ferramentas como apoio em atividades acadêmicas, desde que utilizadas de forma transparente, responsável e ética (Stokel-Walker, 2023).

Resultados

Após a seleção final dos artigos, realizou-se uma análise qualitativa de conteúdo com o objetivo de identificar temas recorrentes e resultados centrais na literatura. A organização dos resultados seguiu os eixos definidos nos objetivos da pesquisa, contemplando: (a) o papel e os conhecimentos do professor de Matemática; (b) as transformações na prática docente mediadas pela IA; (c) a articulação entre conhecimentos pedagógicos, matemáticos e tecnológicos; (d) os impactos da IA no cotidiano escolar; e (e) as lacunas na formação docente.

Esta seção apresenta os principais resultados e tendências identificados nos estudos analisados. A Tabela 2 sintetiza os artigos selecionados, indicando seus enfoques e os conhecimentos docentes discutidos em relação à integração da IA no ensino de Matemática. Essa sistematização fundamenta a categorização temática e as interpretações subsequentes. Também permite evidenciar como os estudos dialogam com dimensões pedagógicas, tecnológicas e éticas, bem como suas potencialidades e limitações. Após a seleção final dos artigos, realizou-se uma análise qualitativa de conteúdo com o objetivo de identificar temas recorrentes e resultados centrais na literatura. A organização dos resultados seguiu os eixos definidos nos objetivos da pesquisa, contemplando: (a) o papel e os conhecimentos do professor de Matemática; (b) as transformações na prática docente mediadas pela IA; (c) a articulação entre conhecimentos pedagógicos, matemáticos e tecnológicos; (d) os impactos da IA no cotidiano escolar; e (e) as lacunas na formação docente.

Esta seção apresenta os principais resultados e tendências identificados nos estudos analisados. A Tabela 2 sintetiza os artigos selecionados, indicando seus enfoques e os conhecimentos docentes discutidos em relação à integração da IA no ensino de Matemática. Essa sistematização fundamenta a categorização temática e as interpretações subsequentes. Também permite evidenciar como os estudos dialogam com dimensões pedagógicas, tecnológicas e éticas, bem como suas

potencialidades e limitações. Após a seleção final dos artigos, realizou-se uma análise qualitativa de conteúdo com o objetivo de identificar temas recorrentes e resultados centrais na literatura. A organização dos resultados seguiu os eixos definidos nos objetivos da pesquisa, contemplando: (a) o papel e os conhecimentos do professor de Matemática; (b) as transformações na prática docente mediadas pela IA; (c) a articulação entre conhecimentos pedagógicos, matemáticos e tecnológicos; (d) os impactos da IA no cotidiano escolar; e (e) as lacunas na formação docente.

Esta seção apresenta os principais resultados e tendências identificados nos estudos analisados. A Tabela 2 sintetiza os artigos selecionados, indicando seus enfoques e os conhecimentos docentes discutidos em relação à integração da IA no ensino de Matemática. Essa sistematização fundamenta a categorização temática e as interpretações subsequentes. Também permite evidenciar como os estudos dialogam com dimensões pedagógicas, tecnológicas e éticas, bem como suas potencialidades e limitações.

Tabela 2 – Principais artigos analisados, abordagens sobre IA e conhecimentos profissionais.

Autores (ano)	Inteligência Artificial (IA)	Conhecimentos do professor
Celik (2023)	Propõe o conceito de <i>Intelligent-TPACK</i> , que articula dimensões pedagógicas, tecnológicas e éticas voltadas à integração da IA no ensino.	Destaca a necessidade de combinar conhecimentos tecnológicos, pedagógicos e princípios éticos para promover o uso significativo da IA em sala de aula.
Sun et al. (2023)	Analisa formação profissional baseada no modelo TPACK para capacitar professores ao uso da IA em contextos K-12.	Aponta que programas formativos favorecem o aumento da confiança, da competência e da disposição dos docentes para integrar a IA às práticas pedagógicas.
Yan et al. (2024)	Analisa os desafios práticos e éticos associados ao uso de <i>Large Language Models</i> (LLMs) em contextos educacionais.	Defende que o professor compreenda as limitações e as implicações éticas da IA para mediar seu uso de forma crítica e responsável.
Almuhan na (2024)	Discute as percepções de professores da Educação Básica sobre os impactos da IA no processo de ensino-aprendizagem.	Evidencia lacunas na formação docente e ressalta a necessidade de atualização contínua para o uso pedagógico da IA.

Imran e Almusharraf (2024)	Explora o letramento em IA e as preocupações éticas relacionadas à sua inserção nas escolas.	Aponta que a ausência de formação adequada gera insegurança e desigualdade no acesso e uso pedagógico da IA.
Ning et al. (2024)	Apresenta o modelo <i>AI-TPACK</i> , com componentes específicos de integração (AI-TK, AI-TPK, AI-TCK), voltados à prática docente mediada por IA.	Argumenta que o domínio isolado do conteúdo matemático é insuficiente e deve ser articulado aos conhecimentos pedagógicos e tecnológicos.
Bai et al. (2024)	Analisa as possibilidades e limitações da IA no ensino de Matemática, enfatizando o papel mediador do professor.	Defende que o docente atue como mediador crítico, orientando o uso da IA de modo a potencializar aprendizagens significativas.
Saragih (2024)	Investiga atitudes e percepções de professores de Matemática sobre a incorporação da IA no ensino.	Destaca uma postura majoritariamente positiva, embora permeada por inseguranças e deficiências técnicas.
Kim et al. (2024)	Apresenta o letramento em IA como elemento formativo na preparação de professores de Matemática.	Salienta a importância de incluir o letramento em IA nos currículos de formação inicial docente.
Ng et al. (2025)	Discute estratégias para explorar as oportunidades da IA generativa e mitigar seus riscos em ambientes educacionais.	Destaca a relevância da formação continuada e da flexibilidade docente para integrar a IA de maneira crítica e adequada.

Fonte: Elaborado pelos autores

Nota. Tabela composta por três colunas e dez linhas de dados. A primeira coluna apresenta os autores e o ano de publicação dos estudos. A segunda sintetiza os principais enfoques sobre Inteligência Artificial (IA) abordados em cada artigo. A terceira reúne os conhecimentos do professor destacados pelos estudos, contemplando aspectos pedagógicos, tecnológicos, específicos do conteúdo, éticos e de formação docente relacionados à integração da IA no ensino de Matemática.

Os artigos analisados convergem em destacar que a IA está modificando aspectos do ensino de Matemática, mas variam em enfoque. Alguns trabalhos propõem modelos conceituais para integrar IA à base de conhecimentos docentes (por exemplo, Celik, 2023 e Ning et al., 2024), enquanto outros investigam percepções e atitudes de professores frente a IA (Almuhanna, 2024; Saragih, 2024) ou avaliam intervenções formativas e experiências práticas (Sun et al. 2023; Bai et al., 2024). A maior parte dos estudos foi publicada recentemente (2023-2024), indicando que este campo de pesquisa está em rápida evolução. A seguir, detalhamos os resultados por eixo temático.

O Papel do Professor de Matemática e seus Conhecimentos na Era da IA

A literatura indica que a IA vem redefinindo o papel do professor de Matemática. O docente deixa de atuar exclusivamente como transmissor de

conteúdo e passa a assumir funções de mediação e facilitação da aprendizagem (Almuhanna, 2024; Ng et al., 2025; Bai et al., 2024). Ferramentas baseadas em IA ampliam as possibilidades de ensino. No entanto, exigem que o professor oriente os estudantes na análise das respostas produzidas, na validação de procedimentos matemáticos e na construção de compreensões conceituais (Sun et al., 2023; Ning et al., 2024).

Nesse cenário, os conhecimentos profissionais se ampliam para integrar conhecimentos pedagógicos, matemáticos, tecnológicos e valores humanos (Celik, 2023; Kim et al., 2024; Imran & Almusharraf, 2024). Estudos ressaltam que o domínio do conteúdo matemático isoladamente não garante proficiência para integrar a IA: é necessário desenvolver competências específicas para seu uso pedagógico e ético (Celik, 2023; Ning et al., 2024; Saragih, 2024).

Essa necessidade de integração está diretamente relacionada ao que Sperling et al. (2024) denominam *literacia em IA*, composta por três dimensões interdependentes: *episteme*, *techne* e *phronesis*. A *episteme* refere-se à compreensão teórica e conceitual dos fundamentos da IA; a *techne* envolve o saber prático e pedagógico sobre como aplicar essas tecnologias em contextos educativos; e a *phronesis* diz respeito ao discernimento ético e profissional necessário para decidir quando e como utilizá-las de maneira responsável.

Essa estrutura amplia a noção de competência docente, integrando os aspectos cognitivos, práticos e éticos que sustentam o uso significativo e crítico da IA no ensino de Matemática. Essa transformação reforça a visão do professor como um profissional multimodal e reflexivo, que combina conhecimentos tradicionais com digitais para orquestrar experiências significativas (Yan et al., 2024; Almuhanna, 2024; Unesco, 2024).

Transformações na Prática Docente Mediadas pela IA

A IA tem impactado diretamente as práticas docentes, possibilitando a personalização do ensino, a automação de tarefas e a diversificação de estratégias pedagógicas (Celik, 2023; Kim et al., 2024). Ferramentas como plataformas adaptativas e tutores virtuais permitem que o professor dedique mais tempo a interações qualitativas com os alunos, enquanto a tecnologia cuida de tarefas repetitivas (Ng et al., 2025; Almuhanna, 2024; Sun et al., 2023). Professores relatam ganhos de eficiência e dinamismo em suas aulas, mas também manifestam preocupação com a redução da interação humana e a dependência excessiva de respostas geradas por máquinas (Imran e Almusharraf, 2024; Yan et al., 2024).

Em estudos empíricos, docentes aparecem como mediadores de conteúdo produzido por IA avaliando a adequação pedagógica das sugestões geradas ou adaptando-as aos objetivos didáticos e ao contexto da turma (Bai et al., 2024; Saragih, 2024). Com isso, a prática pedagógica mediada pela IA se configura como uma colaboração entre a inteligência do professor e as ferramentas digitais, que devem ser utilizadas para potencializar e não substituir a mediação humana (Almuhanha, 2024).

Integração de Conhecimentos Pedagógicos, Matemáticos e Tecnológicos

Os resultados reforçam a importância do modelo TPACK, no qual a integração entre conteúdos, pedagogia e tecnologia é essencial para o uso da IA. Celik (2023) propôs o conceito de Intelligent-TPACK, acrescentando a dimensão ética à tríade original. O estudo revelou que conhecimentos tecnológicos isolados (saber operar as ferramentas) não são suficientes para uma integração significativa; apenas a combinação com conhecimentos pedagógicos e éticos garante o uso adequado em sala.

De forma semelhante, Ning et al. (2024) desenvolveram o AI-TPACK, destacando componentes específicos da IA (AI-TK, AI-PK) e suas interseções. De acordo com o estudo, o conhecimento matemático, embora necessário, não basta por si só: precisa ser complementado com competências pedagógicas e tecnológicas para permitir ao professor avaliar, configurar e aplicar a IA de forma contextualizada e significativa. A metáfora do TPACK evolui para um “quadrado” ou “pentágono”, incluindo dimensões éticas e socioculturais (Unesco, 2024).

Impactos da IA no Cotidiano Escolar: Vantagens, Limitações e Questões Éticas

Os artigos convergem ao apontar benefícios como a personalização do ensino, *feedback* imediato, automação de avaliações e produção de materiais adaptados às necessidades dos alunos (Uygun, 2024; Almuhanha, 2024; Sun et al., 2023). Mais de 70% dos professores analisados em estudos empíricos manifestaram percepção positiva sobre o potencial da IA para tornar o ensino mais atrativo e eficiente (Saragih, 2024; Bai et al., 2024).

Entretanto, destacam-se também riscos significativos: invasão de privacidade, desigualdade de acesso e superficialidade na aprendizagem quando os estudantes se apoiam, excessivamente, nas respostas da IA, sem compreender os processos matemáticos subjacentes (Yan et al., 2024). Além dos desafios técnicos, Meylani (2024) e Sperling et al. (2024) destacam preocupações éticas relacionadas à privacidade de dados, à equidade de acesso e ao risco de uma visão tecno

solucionista, isto é, a crença de que a tecnologia, por si só, resolve problemas educacionais complexos.

Esses estudos defendem que a IA deve ser incorporada de modo crítico e reflexivo, com supervisão humana constante e atenção às implicações sociais e pedagógicas de sua adoção, assegurando que a educação permaneça centrada no ser humano. Apesar dessas recomendações, muitos professores expressam apreensão quanto à diminuição da interação humana e ao risco de que as tecnologias desviem o foco pedagógico para as próprias ferramentas (Ng et al., 2025; Almuhanha, 2024). Nesse sentido, diretrizes internacionais, como as da Unesco (2024), reforçam a necessidade de salvaguardas éticas, contemplando princípios de transparência, proteção de dados, inclusão e supervisão humana para minimizar esses problemas.

Competências Docentes Necessárias para Integrar a IA ao Ensino

As competências necessárias para um uso adequado da IA no ensino de Matemática abrangem desde o conhecimento técnico básico sobre como as ferramentas funcionam, até habilidades pedagógicas e disposições éticas (Kim et al., 2024; Sun et al., 2023). Professores devem ser capazes de operar e interpretar os resultados da IA criticamente, sem seguir cegamente suas recomendações.

É fundamental que os professores saibam equilibrar atividades mediadas por IA com interações humanas, assegurando que os alunos desenvolvam pensamento crítico e compreensão conceitual (Ng et al., 2025; Bai et al., 2024; Almuhanha, 2024). Competências éticas são destacadas por diversos estudos, incluindo a capacidade de avaliar implicações relacionadas à privacidade, à equidade e aos valores humanos (Celik, 2023; Imran e Almusharraf, 2024; Yan et al., 2024). A “mentalidade centrada no humano” (UNESCO, 2024) é apontada como princípio orientador para o uso responsável da IA em contextos educativos.

Lacunas na Formação Inicial e Continuada Diante das Inovações em IA

Os estudos mostram um descompasso entre a velocidade de evolução das tecnologias e a formação dos professores. Grande parte dos cursos de licenciatura não contempla adequadamente conteúdos relacionados à IA e a formação continuada ainda é incipiente e desigual (Kim et al., 2024; Almuhanha, 2024). Isso faz com que muitos professores usem a IA de forma limitada ou a evitem por insegurança. Pesquisas apontam que a atualização frequentemente ocorre por iniciativa individual dos docentes, com poucos programas estruturados oferecidos por redes de ensino (Imran e Almusharraf, 2024).

Embora existam iniciativas internacionais para orientar a formação, como o Framework de Competências em IA para Professores da Unesco (2024), no cotidiano escolar, essa lacuna ainda se traduz em práticas heterogêneas e pouco consistentes. A necessidade urgente de políticas formativas abrangentes e metodologias eficientes para preparar os docentes para o cenário digital foi amplamente destacada.

Discussões e Resultados

Os resultados desta revisão sistemática reforçam a premissa de que a integração da IA ao ensino de Matemática exige ampliação do repertório de conhecimentos do professor. Verifica-se, em consonância com a literatura, que o professor, na era da IA, precisa articular conhecimentos de conteúdo, pedagogia, tecnologia e ética de forma interdependente.

Isso não apenas confirma, mas também amplia modelos anteriores, como o PCK de (Shulman, 1986) e o TPACK de Mishra e Koehler (2006), ao incorporar de forma explícita novas dimensões, especialmente a competência ética e o letramento em IA (Celik, 2023; Ning *et al.*, 2024; Unesco, 2024), que passam a ser reconhecidas como componentes essenciais do conhecimento profissional docente.

Nesse sentido, os resultados indicam que nenhum componente isolado (seja o domínio matemático ou a habilidade técnica) basta para mediar as complexidades trazidas pela IA; é a combinação equilibrada de todos esses conhecimentos que possibilita ao professor aproveitar a IA de forma educacionalmente proveitosa.

Observa-se, também, que os estudos revisados abordaram a questão sob perspectivas metodológicas distintas, o que enriquece a compreensão do fenômeno. Por um lado, pesquisas de natureza teórica propõem novos *frameworks*, como o AI-TPACK (Ning *et al.*, 2024), que indicam a necessidade de adaptação dos modelos de conhecimento docente aos desafios da IA. Essas propostas teóricas destacam a inclusão de componentes específicos de IA (como conhecimento tecnológico de IA, preocupações éticas) nos arcabouços de conhecimento do professor.

Por outro lado, estudos empíricos investigaram diretamente o contexto escolar e formativo: alguns levantaram percepções e atitudes de professores (Almuhanna, 2024; Saragih, 2024) encontrando, em geral, abertura aos benefícios da IA mesclada com inseguranças e deficiências técnicas; outros avaliaram prontidão e letramento em IA (Imran & Almusharraf, 2024; Kim *et al.*, 2024), evidenciando que a ausência de formação adequada resulta em hesitação e uso

desigual da IA pelos docentes.

Além disso, estudos de intervenção formativa, como Sun et al. (2023), sugerem que programas de desenvolvimento profissionais baseadas em TPACK aumentam significativamente a confiança e competência dos professores para integrar IA. A variedade de enfoques metodológicos, abrangendo desde revisões conceituais até *surveys* e experimentações em campo, traz à tona uma visão multifacetada: confirma-se tanto a necessidade de diretrizes teóricas claras quanto a urgência de ações práticas na capacitação docente.

Um tema transversal que se destacou de maneira significativa na revisão foi a ênfase atribuída ao componente ético e crítico no uso da IA aplicada à educação. Diversos trabalhos frisaram o conceito de *AI literacy* (letramento em IA) como indispensável ao professor contemporâneo. Isso implica que formar professores em IA não se limita a ensinar a operar ferramentas, mas envolve desenvolver uma compreensão crítica de como a IA toma decisões, quais vieses podem estar embutidos e quais são as implicações de seu uso para os alunos.

Por exemplo, Kim et al. (2024) enfatizam incorporar o letramento em IA nos currículos de formação docente, e Imran e Almusharraf (2024) salientam que professores conscientes dos riscos éticos (privacidade, discriminação algorítmica etc.) atuam de forma mais segura e efetiva como mediadores humanos entre estudantes e sistemas de IA. Esses resultados apontam que a comunidade educacional vem convergindo na ideia de que competências técnicas devem vir acompanhadas de consciência ética para que a IA sirva aos propósitos educacionais sem comprometer valores humanos.

Em nível macro, tal percepção está alinhada com recomendações de organizações internacionais (Unesco, OECD etc.), que defendem uma adoção de IA humanística e responsável na educação. Outra discussão relevante diz respeito à preparação institucional para a integração da IA. Os resultados evidenciaram lacunas significativas na formação inicial e continuada, indicando que muitos sistemas educacionais ainda não incorporaram conteúdos de IA na capacitação de professores. Isto gera uma situação paradoxal: enquanto a tecnologia avança e se insere progressivamente no contexto escolar, muitos docentes não se sentem preparados e confiantes para usá-la de forma produtiva, Mishra e Koehler (2006).

A consequência, apontada por vários estudos, é a adoção limitada ou até a resistência ao uso da IA por parte de alguns professores. Assim, se por um lado há oferta crescente de ferramentas de IA educacional, por outro há um *déficit* de capital humano (no sentido de formação) para incorporá-las eficientemente.

Nesse contexto, a revisão indica a necessidade de intensificação de políticas públicas e ações formativas, com atualização dos currículos de licenciatura e ampliação de programas de desenvolvimento profissional voltados à IA. Tais medidas são necessárias para evitar o uso superficial das tecnologias e reduzir desigualdades na sua integração no ensino.

Tanto Meylani (2024) quanto Sperling et al. (2024) convergem ao apontar que o desenvolvimento profissional docente na era da IA requer políticas formativas que integrem o letramento digital, ético e pedagógico. Isso implica preparar professores capazes de compreender os fundamentos da IA, aplicá-la didaticamente e avaliar criticamente seus impactos sobre a aprendizagem e a equidade educacional. Tal perspectiva reforça a importância de currículos de formação inicial e continuada que articulem teoria, prática e ética, assegurando que a IA seja utilizada como meio de ampliação e não de substituição do papel do professor.

Por fim, cabe destacar que a literatura ainda carece de evidências de longo prazo e estudos mais abrangentes sobre os impactos da IA mediada pelo professor nos resultados de aprendizagem dos alunos. A maioria dos trabalhos revisados concentra-se nos insumos do processo (conhecimentos e percepções docentes, propostas de *frameworks*, estudos exploratórios), mas há espaço para pesquisas futuras que avaliem, por exemplo, como a integração competente da IA pelo professor se traduz na geração de oportunidades de aprendizagem matemática, engajamento dos estudantes ou outras métricas educacionais.

Também seria importante investigar diferenças contextuais: a adoção e os desafios podem variar entre países, níveis de ensino e ambientes socioeconômicos. Essa reflexão dialoga com a necessidade de expansão das pesquisas para além do contexto internacional predominante nos artigos analisados, explorando cenários locais (como a realidade brasileira) e promovendo até mesmo meta-análises quantitativas à medida que mais dados empíricos forem surgindo.

Conclusões

Esta revisão sistemática evidenciou que a IA possui potencial expressivo para enriquecer o ensino de Matemática, embora sua integração bem-sucedida dependa fortemente dos conhecimentos e competências do professor.

De forma objetiva, os resultados centrais podem ser organizados em cinco pontos principais:

Ampliação dos conhecimentos profissionais: os conhecimentos tradicionais do

professor de Matemática continuam imprescindíveis, porém passam a ser articulados aos conhecimentos tecnológicos e éticos, conforme evidenciado em estudos que destacam a integração entre dimensões pedagógicas, tecnológicas e éticas no uso da IA (Celik, 2023; Ning et al., 2024; Kim et al., 2024).

Benefícios e riscos da IA na educação matemática: a IA oferece potencial para personalização do ensino e feedback imediato, mas também apresenta riscos como superficialização da aprendizagem e questões de privacidade, conforme discutido em diferentes investigações empíricas e revisões recentes (Yan et al., 2024; Bai et al., 2024; Ng et al., 2025).

Importância da mediação docente: o impacto líquido da IA tende a ser positivo apenas se o professor estiver preparado para orquestrar seu uso com intencionalidade pedagógica clara e senso crítico apurado. Em outras palavras, a IA não substitui o professor; ao contrário, profissionais ainda mais qualificados para direcionar o uso das ferramentas de modo que agreguem valor à aprendizagem. Sem essa mediação consciente, mesmo tecnologias avançadas podem falhar em promover melhorias educacionais significativas (Almuhanna, 2024; Sun et al., 2023; Bai et al., 2024).

Lacunas formativas e necessidade de ação: identificou-se uma lacuna preocupante na formação inicial e continuada de professores quanto ao preparo para uso da IA. Torna-se urgente implementar políticas e programas de formação que capacitem os professores para este novo cenário. Investir em currículos de formação que incluam o letramento em IA; promover desenvolvimento profissional focado em tecnologia educacional e oferecer suporte pedagógico nas escolas são medidas indispensáveis. A ausência dessas ações pode resultar em hesitação, uso superficial ou desigualdade na integração da IA entre docentes. (Kim et al., 2024; Imran & Almusharraf, 2024).

Expansão de frameworks teóricos: modelos como o TPACK (Mishra; Koehler, 2006) têm se mostrado úteis para compreender a integração entre conteúdo, pedagogia e tecnologia no trabalho docente. Contudo, no contexto da IA, torna-se necessário expandir essas estruturas para incluir explicitamente a dimensão ética, as particularidades das tecnologias baseadas em IA e o letramento em IA como um componente específico do saber docente. Propostas recentes, como o Intelligent-TPACK (Celik, 2023) e o AI-TPACK (Ning et al., 2024), representam avanços nessa direção, embora ainda demandam aprofundamento teórico e validação empírica para consolidar-se como referenciais robustos na formação e prática dos professores de Matemática.

A originalidade desta revisão reside em sintetizar resultados díspares em uma perspectiva unificada sobre a relação entre professores de Matemática e IA. Como contribuição, o estudo mapeia as tendências emergentes, como os (novos modelos de conhecimento docente e as iniciativas de letramento em IA) e oferece um panorama crítico que pode subsidiar pesquisadores, formuladores de políticas e formadores de professores.

Do ponto de vista prático, os resultados indicam a necessidade de atualização imediata dos currículos de formação docente, incorporando competências digitais e de IA. Paralelamente, é fundamental investir em infraestrutura tecnológica e suporte pedagógico nas escolas, para que os professores tenham condições materiais necessárias para aplicar o que aprendem sobre IA.

Gestores educacionais e governos devem desenvolver políticas orientadoras para o uso responsável da IA incluindo (diretrizes éticas, protocolos de privacidade e critérios de validação de ferramentas) e fomentar uma cultura de aprendizagem contínua entre os docentes, incentivando comunidades de prática e trocas de experiências sobre tecnologia educacional. Somente por meio de uma abordagem sistêmica, que envolva professores, formadores, pesquisadores, gestores e políticas públicas, será possível enfrentar os desafios identificados e aproveitar plenamente as oportunidades que a IA oferece à Educação Matemática.

Considerando que esta revisão se concentrou majoritariamente em literatura internacional recente, devido à novidade do tema e a predominância de publicações estrangeiras. Pesquisas futuras devem aprofundar a perspectiva local, investigando como os professores de Matemática brasileiros vivenciam a introdução da IA e quais fatores culturais e estruturais influenciam nesse processo. À medida que novas evidências empíricas forem produzidas, recomenda-se também a realização de meta-análises e estudos de síntese quantitativa, a fim de verificar de forma mais robusta o impacto da IA na aprendizagem matemática.

Tais pesquisas complementares contribuirão para quantificar resultados e refinar as estratégias de integração de IA no ensino. Em conclusão, reafirma-se que a IA, quando bem conduzida pelo professor, pode tornar-se uma aliada no ensino de Matemática, contribuindo para aulas mais personalizadas, interativas e alinhadas às competências do século XXI. Todavia, essa promessa somente se concretizará se continuarmos investindo naquele que permanece como o principal agente de transformação educacional: o professor.

Como destaca Almuhanha (2024), não há IA que substitua um bom professor, mas um professor preparado e empoderado pela IA pode superar em muito aquele

que não se atualizou para utilizá-la de forma crítica e pedagógica. Devemos, portanto, avançar com equilíbrio, colocando a IA a serviço da inteligência pedagógica e da formação integral dos estudantes. Em última instância, é o elemento humano, com toda sua intencionalidade e sensibilidade e compromisso ético, que garantirá que a IA seja empregada na educação de modo ético, eficiente e verdadeiramente transformador.

Referências

- Almuhanna, M. A. (2025). Teachers' perspectives of integrating AI-powered technologies in K-12 education for creating customized learning materials and resources. *Education and Information Technologies*, 30, 10343–10371.
- Anderson, T. (2020). The role of AI in educational practices. *Journal of Educational Technology & Society*, 23(1), 56–70.
- Bai, X., Wang, Y., Zhang, X., & Li, Z. (2024). Math teachers and AI: Potential and limitations. *Frontiers in Education*, 9, 1298745.
- Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389–407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Borba, M. C., & Penteado, M. G. (2014). Tecnologias digitais e educação matemática: desafios e possibilidades para a formação de professores. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 7(2), 47–68.
- Brasil. (2018). *Base nacional comum curricular: Ensino médio*. Ministério da Educação.
- Celik, I. (2023). Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, 138, 107468. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468>
- Elias, H. R. (2017). *Fundamentos teórico-metodológicos para o ensino do corpo dos números racionais na formação de professores de matemática* [Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Londrina]. Universidade Estadual de Londrina.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Boston: Center for Curriculum Redesign.
- Imran, A., & Almusharraf, N. (2024). Teacher readiness and ethical concerns in AI literacy. *Education Sciences*.
- Kim, H., Park, S., Lee, J., & Choi, Y. (2024). AI literacy and mathematics teacher preparation. *Journal of Technology and Teacher Education*.

- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for performing systematic reviews* (Technical Report TR/SE-0401). Keele University.
- Koehler, M. J., Mishra, P., Kereluik, K., Shin, T. S., & Graham, C. (2013). The technological pedagogical content knowledge framework. In J. M. Spector, M. D.
- Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 101–111). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_9
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. Pearson.
- Meylani, R. (2024). Artificial intelligence in mathematics teacher education: A systematic review and qualitative synthesis of contemporary research literature. *International Journal of Technology in Education Science*, 1(1), 63–91.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Ng, D. T. K., Chan, K., & Lo, B. (2025). Opportunities, challenges and strategies for integrating generative AI in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 6, 100197.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509–523.
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.03.006>
- Ning, Y., Zhang, C., Xu, B., Zhou, Y., & Wijaya, T. T. (2024). Teachers' AI-TPACK: Exploring the relationship between knowledge elements. *Sustainability*, 16, 1–17.
- Okoli, C. (2015). *A guide to conducting a systematic literature review of information systems research*. *Sprouts: Working Papers on Information Systems*, 10(26), 1–49.
- OpenAI. (2022). *Introducing ChatGPT*. <https://openai.com>
- Pagani, R. N., Kovalski, J. L., & Resende, L. M. (2015). Methodi Ordinatio: A proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. *Scientometrics*, 105(3), 2109–2135. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1744-X>
- Ponte, J. P. (2005). Gestão curricular em Matemática. In G. C. (Ed.), *O professor e o desenvolvimento curricular* (pp. 11–34). Associação de Professores de Matemática.
- Rosa, M., & Borba, M. C. (2012). Humans-with-media and the reorganization of mathematical thinking. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 5(1), 1–22.

- Saragih, I. (2024). Integrating AI in mathematics teaching: Teachers' attitudes. *International Journal of STEM Education*, 11, 45.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
<https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Skovsmose, O. (2001). *Educação matemática crítica: A questão da democracia*. Papirus.
- Sperling, K., Stenberg, C. J., McGrath, C., Åkerfeldt, A., Heintz, F., & Stenliden, L. (2024). In search of artificial intelligence (AI) literacy in teacher education: A scoping review. *Computers and Education Open*, 6, 100169.
<https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100169>
- Stein, M. K., & Smith, M. S. (1998). Mathematical tasks and student cognition: Classroom-based factors that support and inhibit high-level mathematical thinking and reasoning. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 3, 268–275.
- Stokel-Walker, C. (2023). ChatGPT listed as author on research papers: Many scientists disapprove. *Nature*, 613(7945), 620–621.
<https://doi.org/10.1038/d41586-023-00107-z>
- Sun, J., Ma, H., Zeng, Y., Han, D., & Jin, Y. (2023). Promoting the AI teaching competency of K-12 computer science teachers: A TPACK-based professional development approach. *Education and Information Technologies*, 28(2), 1509–1533. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11161-3>
- Tardif, M. (2014). *Saberes docentes e formação profissional* (14th ed.). Vozes.
- UNESCO. (2024). *AI competency framework for teachers*. <https://unesco.org>
- Uygun, D. (2024). Teachers' perspectives on artificial intelligence in education. *Advances in Mobile Learning Educational Research*, 4(1), 931–941.
- Yan, L., Sha, L., Zhao, L., Li, Y., Martinez-Maldonado, R., Chen, G., Li, X., Jin, Y., & Gašević, D. (2023). *Practical and ethical challenges of large language models in education: A systematic scoping review*. arXiv.
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.13379>

Notas

TÍTULO DA OBRA

O conhecimento do professor que ensina matemática na era da inteligência artificial: uma revisão sistemática

Loryane Santos de Oliveira

Mestre em Educação Matemática

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciência Tecnologia (PPGECT), Ponta Grossa - PR, Brasil

loliveira.1996@alunos.utfpr.edu.br

● <https://orcid.org/0000-0002-5618-3315>

RESUMO:

Loryane Santos de Oliveira é doutoranda em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Ponta Grossa, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT). Possui licenciatura em Matemática pela UTFPR – Campus Cornélio Procópio (2021) e mestrado profissional em Educação Matemática pela UTFPR – Campi Cornélio Procópio e Londrina (2024). Desenvolve pesquisas voltadas ao ensino e à aprendizagem da Matemática, com ênfase em raciocínio matemático, tarefas exploratórias e formação de professores. Sua trajetória acadêmica destaca-se pela investigação de processos que promovem o desenvolvimento do raciocínio matemático por meio de práticas formativas e reflexivas, contribuindo para a qualificação docente e o aprimoramento do ensino de Matemática.

André Luis Trevisan

Doutor em Ensino de Ciências e Educação Matemática

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT), Ponta Grossa - PR, Brasil
andrelt@utfpr.edu.br

● <https://orcid.org/0000-0001-8732-1912>

RESUMO:

André Luis Trevisan é professor titular do Departamento de Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT), campus Ponta Grossa. Doutor em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (2013), mestre em Matemática Aplicada (Unicamp, 2008), licenciado e bacharel em Matemática Aplicada e Computacional (Unicamp, 2005) e licenciado em Pedagogia (Unifatecie, 2021). Realizou pós-doutorado na Universidade Federal do ABC (2018–2019). É líder do grupo de pesquisa “Raciocínio Matemático e Formação de Professores” desde 2019 e tem experiência em Matemática e Educação Matemática, com foco no ensino de Cálculo Diferencial e Integral e no desenvolvimento do raciocínio matemático na formação docente. Participa de programas de formação continuada em parceria com redes de ensino e atua como vice-coordenador do GT 4 – Educação Matemática no Ensino Superior da SBEM. Foi coordenador do Mestrado Profissional em Ensino de Matemática (PPGMAT – UTFPR/CP-LD) entre 2015 e 2016 e é bolsista produtividade da Fundação Araucária (2019–2021; 2024–atual).

Eliane Maria de Oliveira Araman

Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT), Ponta Grossa - PR, Brasil
elianearaman@utfpr.edu.br

● <https://orcid.org/0000-0002-1808-2599>

RESUMO:

Eliane Maria de Oliveira Araman é docente do Departamento de Matemática da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus Cornélio Procópio. Possui graduação em Licenciatura em Ciências com habilitação em

Matemática pelo Centro de Estudos Superiores de Londrina (1994), mestrado (2006) e doutorado (2011) em Ensino de Ciências e Educação Matemática pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). É professora permanente dos Programas de Pós-Graduação em Ensino de Matemática (PPGMAT) e em Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT) da UTFPR. Realizou estágio pós-doutoral no Instituto de Educação da Universidade de Lisboa em 2019. Lidera os grupos de pesquisa “Perspectivas em Ensino e Aprendizagem em Matemática” e “Raciocínio Matemático e Formação de Professores”. Suas investigações concentram-se em História da Matemática na Educação Matemática, Raciocínio Matemático e Formação de Professores.

Sani de Carvalho Rutz da Silva

Doutora em Ciência dos Materiais

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT), Ponta Grossa - PR, Brasil

sani@utfpr.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0002-1548-5739>

RESUMO:

Sani de Carvalho Rutz da Silva é professora titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Licenciada em Matemática pela UEPG, possui mestrado em Matemática Aplicada e doutorado em Ciência dos Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Atua nas áreas de Ensino de Matemática, Educação Matemática Inclusiva e uso de Tecnologias no ensino. Participou do programa internacional PREFALC (França-Colômbia-Brasil) e é professor responsável externo do Mestrado Interdisciplinar Multicultural em Inovação Educativa, Tecnológica e Gestão do Conhecimento (México BUAP/INSA de Lyon). Foi orientadora do trabalho vencedor do Prêmio CAPES de Tese (2018) na área de Ensino e é membro do Comitê de Assessores de Ciências Humanas da Fundação Araucária (2020–2024). Coordenou o projeto internacional *Rethinking Teacher Education*, financiado pela Teachers College e Fundação Lemann. Na UTFPR, integrou o Conselho de Pesquisa e Pós-Graduação (2015–2023) e atua como professora permanente do PPGECT (mestrado e doutorado). É líder do grupo “O Ensino e a Inclusão de Pessoas com Deficiência”, editora-chefe da RBECT e membro da ANPEd, SBEM e RedDOLAC.

Alessandra Dutra

Doutora em Linguística e Língua Portuguesa

Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT), Ponta Grossa - PR, Brasil

alessandradutra@utfpr.edu.br

 <https://orcid.org/0000-0001-5119-3752>

RESUMO:

Alessandra Dutra é professora titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Possui graduação em Letras – Anglo e Literaturas (1997), mestrado em Estudos da Linguagem (2003) pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), além de doutorado em Linguística e Língua Portuguesa pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP, 2008). Atuou como coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza (PPGEN) da UTFPR entre 2013 e 2017, e como coordenadora adjunta de 2017 a 2019. Atualmente, é professora permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia (PPGECT), em

Ponta Grossa (PR). Sua pesquisa concentra-se nas áreas de Multiletramentos e Letramentos Digitais, com ênfase em práticas pedagógicas que promovem o desenvolvimento do Pensamento Computacional. Foi bolsista de produtividade em pesquisa pela Fundação Araucária entre 2019 e 2021.

Endereço de correspondência do principal autor

Rua: Cabo Verde, 221, 86.025-480, Londrina - PR, Brasil.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORIA

Concepção e elaboração do manuscrito: L. S. Oliveira, A. L. Trevisan, E. M. O. Araman, S. C. R. Silva, A. Dutra

Coleta de dados: L. S. Oliveira

Análise de dados: L. S. Oliveira, A. L. Trevisan, E. M. O. Araman, S. C.

R. Silva, A. Dutra **Discussão dos resultados:** L. S. Oliveira, A. L.

Trevisan, E. M. O. Araman, S. C. R. Silva, A. Dutra **Revisão e aprovação:**

L. S. Oliveira, A. L. Trevisan, E. M. O. Araman, S. C. R. Silva, A. Dutra

CONJUNTO DE DADOS DE PESQUISA

Todo o conjunto de dados que dá suporte aos resultados deste estudo foi publicado no próprio artigo.

FINANCIAMENTO

Não se aplica.

CONSENTIMENTO DE USO DE IMAGEM

Não se aplica.

APROVAÇÃO DE COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Não se aplica.

CONFLITO DE INTERESSES

Não se aplica.

LICENÇA DE USO

Os autores cedem à revista **Alexandria** os direitos exclusivos de primeira publicação, com o trabalho simultaneamente licenciado sob a [Licença Creative Commons Attribution](#) (CC BY) 4.0 International. Esta licença permite que terceiros remixem, adaptem e criem a partir do trabalho publicado, atribuindo o devido crédito de autoria e publicação inicial neste periódico. Os autores têm autorização para assumir contratos adicionais separadamente, para distribuição não exclusiva da versão do trabalho publicada neste periódico (ex.: publicar em repositório institucional, em site pessoal, publicar uma tradução, ou como capítulo de livro), com reconhecimento de autoria e publicação inicial neste periódico.

PUBLISHER

Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Publicação no [Portal de Periódicos UFSC](#). As ideias expressadas neste artigo são de responsabilidade de seus autores, não representando, necessariamente, a opinião dos editores ou da universidade.

HISTÓRICO

Recebido em: 13-11-2025 – Aprovado em: 24-06-2026 Publicado em: 26-08-2026