



Engenharia de prompt na educação matemática: revisão integrativa da literatura

Gisele de Carvalho Apolinário Santos¹; Juliana de Carvalho Apolinário Coêlho²

Como Citar:

APOLINÁRIO-SANTOS, Gisele de Carvalho; APOLINÁRIO-COÊLHO, Juliana de Carvalho. Engenharia de prompt na educação matemática: revisão integrativa da literatura. Revista Sociedade Científica, vol. 9, n. 1, p. 422-434, 2026. <https://doi.org/10.61411/rsc2026127119>

DOI: 10.61411/rsc2026127119

Área do conhecimento:

Educação

Sub-área:

Educação Matemática

Palavras-chaves: Formulação de problemas; Pensamento crítico; Aprendizagem mediada por tecnologia.

Publicado: 9 de março de 2026.

Resumo

A incorporação da inteligência artificial generativa no campo educacional tem produzido transformações relevantes nas práticas pedagógicas, particularmente no ensino de matemática, historicamente marcado pela centralidade de procedimentos formais e pela exatidão algorítmica. Nesse cenário, a capacidade de formular problemas de maneira clara, estruturada e logicamente consistente passa a ocupar posição estratégica no processo formativo, deslocando o foco da mera obtenção de respostas automatizadas para a qualidade da interação cognitiva com sistemas inteligentes. Este artigo objetiva discutir a engenharia de prompt como competência fundamental na educação matemática contemporânea, compreendendo-a como manifestação de uma nova retórica matemática que integra linguagem, raciocínio lógico, metacognição e responsabilidade ética. Metodologicamente, realizou-se revisão integrativa da literatura, com recorte temporal entre 2023 e 2025, contemplando produções científicas acerca do uso pedagógico da IA generativa em contextos matemáticos. Os achados indicam que interações iterativas e orientadas por princípios de human-in-the-loop favorecem engajamento cognitivo, autorregulação e compreensão conceitual. Em contrapartida, usos acríticos e delegativos podem comprometer a autonomia intelectual. Conclui-se que a engenharia de prompt constitui competência formativa complexa, com potencial para reconfigurar práticas de ensino, avaliação e aprendizagem matemática.

Prompt engineering in mathematics education: an integrative literature review

Abstract

The incorporation of generative artificial intelligence into education has produced significant transformations in pedagogical practices, particularly in mathematics teaching, traditionally characterized by procedural emphasis and algorithmic precision.

¹Universidade Estadual Paulista (UNESP), Araraquara, Brasil. Email: ✉

²Fundação Educacional de Andradina (FEA), Andradina, Brasil. Email: ✉



In this context, the ability to formulate problems in a clear, structured, and logically consistent manner becomes strategically central, shifting the focus from merely obtaining automated answers to enhancing the quality of cognitive interaction with intelligent systems. This article aims to discuss prompt engineering as a fundamental competence in contemporary mathematics education, understanding it as an expression of a new mathematical rhetoric that integrates language, logical reasoning, metacognition, and ethical responsibility. Methodologically, an integrative literature review was conducted, covering publications from 2023 to 2025 that address the pedagogical use of generative AI in mathematical contexts. The findings indicate that iterative interactions guided by human-in-the-loop principles foster cognitive engagement, self-regulated learning, and conceptual understanding. Conversely, uncritical and delegative uses may undermine intellectual autonomy. It is concluded that prompt engineering should not be regarded as a peripheral technical skill, but as a complex formative competence capable of reshaping teaching, assessment, and learning practices in mathematics within a technologically mediated society.

Keywords: Problem formulation; Critical thinking; Technology-mediated learning.

1. Introdução

A incorporação da Inteligência Artificial (IA) ao campo educacional tem produzido transformações significativas nas práticas pedagógicas e nas dinâmicas de ensino-aprendizagem. No âmbito da educação matemática, esse movimento adquire especial relevância, uma vez que a disciplina historicamente se estruturou em torno da execução de procedimentos, da precisão algorítmica e da consolidação de técnicas formais. A emergência de modelos generativos capazes de produzir soluções matemáticas complexas em tempo real tensiona esse modelo tradicional e suscita novas questões acerca das competências centrais na formação contemporânea.



Nesse cenário, ganha destaque a necessidade de compreender como estudantes interagem com sistemas de IA e quais implicações essa interação produz na organização do pensamento matemático. Entre os aspectos emergentes nesse debate encontra-se a chamada engenharia de prompt, entendida como a elaboração estruturada de instruções capazes de orientar sistemas generativos na produção de respostas. Tal prática envolve dimensões linguísticas, lógicas e cognitivas que dialogam diretamente com processos de formulação de problemas.

Cain [4] caracteriza o momento atual como uma “tensão formativa”, resultante do confronto entre práticas pedagógicas consolidadas e as novas possibilidades abertas pelas tecnologias emergentes. No ensino de matemática, essa tensão se manifesta especialmente na redefinição do que significa aprender: se antes a centralidade recaía sobre a execução de procedimentos, em contextos mediados por IA torna-se decisiva a capacidade de estruturar, explicitar e comunicar o raciocínio. Nesse cenário, a engenharia de prompt aproxima-se de práticas matemáticas como a decomposição lógica e a modelagem, pois exige organização rigorosa do pensamento e explicitação de relações conceituais.

É nesse ponto que o presente artigo se insere. Parte-se da hipótese de que a engenharia de prompt não deve ser compreendida como uma habilidade técnica periférica, mas como expressão de uma nova retórica matemática, entendida como competência comunicativa, metacognitiva e epistemológica fundamental para a educação contemporânea. O objetivo é discutir de que modo a necessidade de comunicar problemas matemáticos a sistemas de IA reorganiza práticas cognitivas, redefine a dinâmica da sala de aula e reposiciona o estudante como formulador ativo de problemas, aproximando o ensino de matemática de um laboratório de pensamento lógico, crítico e reflexivo.



2. Metodologia

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, abordagem que permite reunir, analisar e sintetizar produções teóricas e empíricas oriundas de diferentes delineamentos metodológicos, favorecendo uma compreensão abrangente do fenômeno investigado. O recorte temporal estabelecido compreendeu o período de janeiro de 2023 a janeiro de 2025, considerando que esse intervalo concentra investigações desenvolvidas após a ampla disseminação de modelos de linguagem generativa em contextos educacionais.

As buscas foram realizadas nas bases Scopus, Web of Science, ERIC (Education Resources Information Center), Google Scholar e SciELO, por meio da combinação de descritores em português e inglês, articulados com operadores booleanos (AND/OR). Entre os termos empregados destacam-se: “engenharia de prompt” OR “prompt engineering”; “inteligência artificial generativa” OR “generative artificial intelligence”; “educação matemática” OR “mathematics education”; “resolução de problemas” OR “problem solving”; “pensamento crítico” OR “critical thinking”; e “modelos de linguagem” OR “large language models”. As estratégias de busca foram estruturadas de modo a garantir a interseção entre os eixos centrais do estudo: engenharia de prompt, IA generativa e educação matemática, assegurando a pertinência temática dos resultados obtidos.

Foram estabelecidos previamente critérios de inclusão e exclusão. Incluíram-se estudos publicados no período delimitado, revisados por pares, capítulos de livros acadêmicos, relatórios técnicos institucionais e preprints com fundamentação metodológica explícita, que abordassem o uso educacional de IA generativa em matemática ou áreas correlatas. Também foram considerados trabalhos com evidências empíricas sobre aprendizagem, engajamento ou desempenho discente, bem como análises teóricas consistentes acerca de mediação tecnológica, autoria, metacognição e implicações epistemológicas. Foram excluídos textos opinativos sem respaldo teórico



ou metodológico, publicações fora do escopo educacional, estudos duplicados e trabalhos que não envolvessem interação ativa entre estudantes e sistemas de IA.

A seleção ocorreu em duas etapas: inicialmente, procedeu-se à leitura de títulos e resumos para eliminação de duplicidades e exclusão preliminar de estudos não pertinentes; em seguida, realizou-se a leitura integral dos textos elegíveis, com aplicação rigorosa dos critérios definidos. Os estudos selecionados foram organizados em planilha analítica contendo informações relativas à autoria, ano de publicação, país, objetivos, delineamento metodológico, nível de ensino, tipo de ferramenta de IA utilizada e principais resultados.

A análise desenvolveu-se por meio de categorização temática, orientada por leitura analítica e comparação constante entre os estudos, permitindo a identificação de padrões recorrentes, convergências conceituais e lacunas investigativas. A partir desse procedimento, foram estruturados eixos interpretativos que fundamentam a discussão apresentada na seção subsequente, assegurando coerência entre os objetivos propostos e a síntese da literatura examinada.

3. **Desenvolvimento e discussão**

Os documentos selecionados na revisão foram organizados inicialmente em planilha analítica contendo: autoria, ano de publicação, país, nível de ensino investigado, tipo de IA empregada, delineamento metodológico e principais resultados. A partir da leitura integral e da comparação sistemática dos textos, procedeu-se à categorização temática. A análise permitiu identificar quatro tópicos recorrentes na literatura:

3.1. Estratégias de interação estudante - IA

Incluem padrões lineares (envio direto da tarefa completa) e padrões iterativos (refinamento progressivo de prompts). Estudos indicam que estratégias iterativas favorecem maior engajamento cognitivo [1,10], enquanto abordagens lineares podem resultar em dependência tecnológica [5].



3.2. Impactos na aprendizagem matemática

Parte da literatura aponta que a IA pode atuar como catalisadora de processos metacognitivos, especialmente quando o estudante compara, revisa e valida respostas [6,9]. Ramadhani e Ramadani [8] destacam, a partir do framework TPACK, que a integração eficaz depende do equilíbrio entre conteúdo, pedagogia e tecnologia.

3.3. Reconfiguração do papel docente

Mollick e Mollick [7] argumentam que a mediação humana permanece indispensável, especialmente na validação conceitual e na condução de discussões críticas. A docência desloca-se da transmissão para a orientação reflexiva do uso da tecnologia.

3.4. Implicações éticas e epistemológicas

Barbosa, Taveira e Peralta [3] alertam para riscos associados à dependência excessiva da IA incluindo fragilização da autoria intelectual e empobrecimento da argumentação matemática.

A incorporação da inteligência artificial generativa no campo educacional tem provocado transformações que extrapolam o plano instrumental e alcançam dimensões epistemológicas, pedagógicas e éticas do processo de ensino-aprendizagem. No ensino de matemática, essas transformações assumem contornos particularmente sensíveis, uma vez que a disciplina ocupa posição central na formação do raciocínio lógico, da capacidade de abstração e da argumentação formal. Historicamente, a aprendizagem matemática esteve fortemente associada à execução de procedimentos e à reprodução de algoritmos, conferindo à exatidão operacional um estatuto privilegiado. Contudo, a emergência de sistemas capazes de produzir soluções matemáticas complexas em tempo real tensiona esse modelo tradicional, exigindo uma revisão crítica das competências consideradas fundamentais na formação contemporânea [2].



Nesse novo cenário, a formulação do problema passa a assumir protagonismo no processo de aprendizagem. A literatura recente destaca que a capacidade de expressar um problema matemático de forma clara, estruturada e logicamente consistente torna-se tão ou mais relevante do que a execução do cálculo em si. Esse deslocamento da centralidade da resposta para a centralidade da pergunta dialoga diretamente com práticas matemáticas consolidadas, como a modelagem, a prova e a resolução heurística de problemas. Cain [4] caracteriza esse movimento como uma “tensão formativa”, resultante do confronto produtivo entre práticas pedagógicas estabilizadas e novas possibilidades abertas pela tecnologia, obrigando professores e estudantes a renegociarem papéis, responsabilidades e expectativas educacionais.

É nesse contexto que a engenharia de prompt emerge como uma competência transversal, articulando linguagem, lógica e metacognição. Ao interagir com modelos generativos, o estudante é levado a explicitar pressupostos, delimitar variáveis relevantes e organizar sequências de raciocínio de maneira progressiva. Tal processo guarda estreita analogia com a decomposição algébrica e com a construção de argumentos matemáticos formais, pois exige precisão conceitual, clareza semântica e controle consciente das etapas envolvidas na resolução de problemas. Evidências empíricas indicam que estudantes que utilizam estratégias de interação iterativa, refinando seus prompts ao longo do processo, demonstram maior engajamento cognitivo e compreensão conceitual mais profunda quando comparados àqueles que delegam integralmente a tarefa à IA [1,10].

A partir dessa perspectiva, o uso pedagógico da inteligência artificial pode ser compreendido como um catalisador de processos metacognitivos. Ao receber respostas parciais, explicações alternativas ou feedback imediato, o estudante é instigado a avaliar a adequação das soluções apresentadas, identificar inconsistências e revisar o próprio entendimento. Essa dinâmica favorece a aprendizagem autorregulada e aproxima-se de abordagens construtivistas, nas quais o conhecimento é construído ativamente pela



interação entre sujeito e objeto de aprendizagem. Ramadhani e Ramadani [8], ao dialogarem com o framework TPACK, ressaltam que a integração efetiva da IA ao ensino de matemática depende do equilíbrio entre conhecimento do conteúdo, estratégias pedagógicas e domínio tecnológico, evitando tanto o tecnicismo acrítico quanto a rejeição conservadora da inovação.

Essas transformações também implicam uma reconfiguração do papel docente. Com a presença de sistemas capazes de gerar explicações e soluções em tempo real, o professor deixa de atuar exclusivamente como transmissor de conteúdos e assume uma função mediadora, orientando o uso crítico da IA e promovendo a problematização dos resultados apresentados. A literatura aponta [7] que a atuação docente se torna ainda mais relevante na condução de processos reflexivos, na validação conceitual das respostas e no estímulo à argumentação matemática, de modo a impedir que a tecnologia se converta em substituto do pensamento.

Essa reconfiguração repercute diretamente nas práticas avaliativas em matemática. Em ambientes educacionais mediados por inteligência artificial, avaliações centradas apenas no produto final mostram-se insuficientes, uma vez que respostas corretas podem ser obtidas por meio de automação. Nesse contexto, ganha centralidade a avaliação dos processos cognitivos envolvidos na resolução de problemas, como a explicitação do raciocínio, a coerência lógica, a capacidade de formular hipóteses e justificar procedimentos. Autores defendem [10,9] que avaliar a interação do estudante com a IA incluindo a qualidade dos prompts formulados e a validação crítica das respostas, permite reconhecer competências de ordem superior, como pensamento crítico, metacognição e modelagem matemática.

Entretanto, a literatura também evidencia que os efeitos formativos da IA não são automáticos nem homogêneos. Diferentes padrões de uso refletem diferentes posturas cognitivas. Estratégias lineares, baseadas no envio direto da tarefa completa à IA, tendem a reduzir o espaço para reflexão e a favorecer uma relação de dependência



tecnológica. Ignas [5] denomina esse comportamento de “atalho assistido por IA”, no qual a ferramenta deixa de apoiar o pensamento e passa a substituí-lo. Em contraste, abordagens iterativas e híbridas mantêm o estudante no centro do processo, utilizando a IA como recurso para exploração, verificação e refinamento de ideias.

Essa distinção dialoga com a noção de human-in-the-loop, amplamente discutida por Mollick e Mollick [7]. Segundo os autores, a IA pode assumir diferentes funções pedagógicas, como tutor, mentor ou ferramenta, desde que o estudante permaneça responsável pela supervisão, validação e integração dos resultados produzidos. Tal abordagem reconhece tanto o potencial quanto as limitações da IA incluindo a possibilidade de erros, vieses e respostas imprecisas, reforçando a necessidade de uma postura crítica e ativa no processo de aprendizagem matemática.

Nesse contexto, a prática da verificação cruzada emerge como estratégia fundamental para preservar a precisão matemática e a integridade cognitiva da aprendizagem. Estudos indicam que estudantes que confrontam as respostas da IA com livros didáticos, artigos acadêmicos e outras fontes confiáveis não apenas reduzem a probabilidade de erro, mas também aprofundam a compreensão dos conceitos e procedimentos envolvidos [6]. Esse movimento de checagem ativa contribui para o desenvolvimento do pensamento crítico e da argumentação matemática, competências centrais na formação científica [9].

Apesar desses potenciais, autores de orientação crítica alertam para riscos estruturais associados ao uso indiscriminado da IA na educação. Barbosa, Taveira e Peralta [3] destacam que a dependência excessiva da tecnologia pode enfraquecer habilidades fundamentais, como a pesquisa autônoma, a avaliação crítica de fontes e a autoria intelectual. No campo da matemática, esse risco assume particular gravidade, pois a compreensão conceitual depende do envolvimento ativo com processos de abstração, generalização e demonstração, que não podem ser plenamente terceirizados sem prejuízos formativos.



A discussão sobre autoria e autenticidade torna-se ainda mais complexa diante da dificuldade crescente em distinguir produções humanas de textos gerados por IA, fenômeno já observado em contextos acadêmicos. Esse cenário recoloca dilemas clássicos da filosofia da tecnologia e da educação, aproximando-se simbolicamente do Teste de Turing ao desafiar critérios tradicionais de avaliação e reconhecimento do trabalho intelectual. Trata-se, portanto, de uma questão ética e pedagógica, que exige mediação consciente e regulamentação clara para evitar a redução da educação a um processo eficiente, porém esvaziado de sentido humano.

Dessa forma, esta revisão sustenta que a engenharia de prompt deve ser compreendida não apenas como habilidade operacional, mas como prática formativa situada na interseção entre matemática, linguagem e ética. Quando orientada por princípios pedagógicos críticos, essa competência pode favorecer uma aprendizagem mais profunda, reflexiva e emancipadora. Ao contrário, quando adotada de forma acrítica, corre o risco de reforçar uma racionalidade instrumental que empobrece o processo educativo. Integrar a inteligência artificial ao ensino de matemática implica, portanto, repensar finalidades formativas, práticas avaliativas e o próprio significado de aprender em uma sociedade mediada por tecnologias inteligentes.

4. **Considerações finais**

Este artigo teve como objetivo discutir a engenharia de prompt como uma competência central no ensino de matemática em contextos mediados por inteligência artificial generativa, compreendendo-a como expressão de uma nova retórica matemática. A partir de uma revisão integrativa da literatura recente, foi possível evidenciar que a incorporação da IA não representa apenas a introdução de uma ferramenta tecnológica adicional, mas promove um deslocamento estrutural nas práticas pedagógicas, nas dinâmicas cognitivas e nas finalidades formativas da educação matemática.



Os estudos analisados indicam que, diante de sistemas capazes de executar cálculos e gerar soluções complexas de forma automatizada, a formulação de problemas assume papel central no processo de aprendizagem. Nesse contexto, a engenharia de prompt emerge como prática que exige do estudante clareza conceitual, organização lógica do raciocínio e capacidade de explicitação de relações matemáticas, aproximando-se de competências tradicionalmente valorizadas na modelagem, na prova e na argumentação matemática. Assim, a interação com a IA pode favorecer aprendizagens mais profundas quando orientada por estratégias iterativas, reflexivas e intencionalmente pedagógicas.

Entretanto, a literatura também evidencia que os efeitos formativos da IA não são homogêneos nem garantidos. Estratégias de uso passivo, baseadas na transferência integral da resolução para a ferramenta, tendem a comprometer a autonomia intelectual e a reduzir o engajamento cognitivo, configurando o que alguns autores denominam “atalho assistido por IA”. Em contrapartida, abordagens fundamentadas na lógica do human-in-the-loop preservam o protagonismo do estudante e reforçam a IA como recurso de apoio ao pensamento, e não como seu substituto. Nesse cenário, o papel do professor mostra-se decisivo, tanto na mediação crítica do uso da tecnologia quanto na redefinição de práticas avaliativas que valorizem processos, justificativas e raciocínios.

Além disso, a discussão evidencia que a integração da IA ao ensino de matemática envolve dimensões éticas e epistemológicas relevantes, especialmente no que se refere à autoria, à autenticidade e ao sentido do conhecimento escolar. A dificuldade crescente em distinguir produções humanas de textos gerados por IA exige regulamentações claras e práticas pedagógicas conscientes, sob pena de reduzir a educação a um processo tecnicamente eficiente, porém formativamente empobrecido.

Conclui-se, portanto, que a engenharia de prompt deve ser compreendida não como habilidade técnica periférica, mas como competência formativa complexa, situada na interseção entre matemática, linguagem, metacognição e ética. Quando integrada de



forma crítica e orientada por princípios pedagógicos sólidos, essa competência pode contribuir para a formação de estudantes mais autônomos, reflexivos e capazes de formular problemas significativos em uma sociedade mediada por tecnologias inteligentes. Estudos futuros poderão aprofundar essa discussão por meio de investigações empíricas em contextos escolares, analisando práticas docentes, estratégias avaliativas e impactos concretos da engenharia de prompt na aprendizagem matemática.

5. Declaração de direitos

As autoras declaram ser detentoras dos direitos autorais da presente obra, que o artigo não foi publicado anteriormente e que não está sendo considerado por outra(o) Revista/Journal. Declaram que as imagens e textos publicados são de responsabilidade das autoras, e não possuem direitos autorais reservados a terceiros. Textos e/ou imagens de terceiros são devidamente citados ou devidamente autorizados com concessão de direitos para publicação quando necessário. Declara(m) respeitar os direitos de terceiros e de Instituições públicas e privadas. Declaram não cometer plágio ou autoplágio e não ter considerado/gerado conteúdos falsos e que a obra é original e de responsabilidade das autoras.

6. Referências

1. AMOOZADEH, Matin *et al.* Student-AI interaction: a case study of CS1 students. Preprint, 2024. DOI: 10.48550/arXiv.2407.00305. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2407.00305>. Acesso em: 30 jan. 2026.
2. BAHROUN, Zied; ANANE, Chiraz; AHMED, Vian; ZACCA, Andrew. Transforming education: a comprehensive review of generative artificial intelligence in educational settings through bibliometric and content analysis. *Sustainability*, v. 15, n. 17, e12983, 2023. DOI: 10.3390/su151712983.
3. BARBOSA, Roberta de Oliveira; TAVEIRA, Flávio Augusto Leite; PERALTA, Deise Aparecida. Entre respostas digitais e saberes experienciais: o ChatGPT e a educação em perspectiva crítica. *Revista Pesquisa Qualitativa*, São Paulo, v. 12, n. 30, p. 1–18, abr. 2024. DOI: 10.33361/RPQ.2024.v.12.n.30.723.



4. CAIN, William. AI emergence in education: exploring formative tensions across scholarly and popular discourse. *Journal of Interactive Learning Research*, v. 34, n. 2, p. 239–273, 2023.
5. IGNAS, Adriane Love. Exploring the experiences of tertiary students in using artificial intelligence (AI). *Social Science and Humanities Journal*, v. 9, n. 5, p. 7997–8008, 2025. DOI: 10.18535/sshj.v9i05.1833.
6. INFANTE, Randy N.; COROCOTO, Maryjoy A.; NOBIS JR., Martin L. Students' perspectives, practices, and challenges in AI-driven mathematics education. *Psychology and Education: A Multidisciplinary Journal*, v. 41, n. 6, p. 687–701, 2025. DOI: 10.70838/pemj.410602.
7. MOLLICK, Ethan; MOLLICK, Lilach. Assigning AI: seven approaches for students with prompts. Working paper. Philadelphia: Wharton School of the University of Pennsylvania, 2023.
8. RAMADHANI, Alifia Kania; RAMADANI, Iqbal. AI in mathematics education: potential ranging from automation to personalized learning. *Linear: Journal of Mathematics Education*, v. 6, n. 1, 2025. DOI: 10.32332/46xc9p64.
9. SHAHZAD, Shahbaz Ahmed *et al.* Integrating artificial intelligence to foster critical thinking and problem-solving in 21st-century classrooms. *Research Journal for Social Affairs*, v. 3, n. 5, p. 635–648, 2025. DOI: 10.71317/RJSA.003.05.0362.
10. TORRES-PEÑA, Roberto Carlos *et al.* Updating calculus teaching with AI: a classroom experience. *Education Sciences*, v. 14, n. 9, e1019, 2024. DOI: 10.3390/educsci14091019.