BOCA
BOLETIM DE CONJUNTURA

USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA: POSSIBILIDADES PARA A APRENDIZAGEM EM ÁLGEBRA

USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MATHEMATICS TEACHING: POSSIBILITIES FOR LEARNING IN ALGEBRA

USO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA ENSEÑANZA DE MATEMÁTICAS: POSIBILIDADES DE APRENDIZAJE EN ÁLGEBRA

10.56238/bocav25n78-031

Lorrayne Cristina Silva Ferreira

RESUMO

O presente artigo tem como objetivo analisar as possibilidades do uso da inteligência artificial no ensino de Matemática, com ênfase na aprendizagem em Álgebra. A pesquisa foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica, com base em estudos publicados nos últimos cinco anos que abordam inteligência artificial, sistemas tutores inteligentes, ChatGPT, Photomath, aprendizagem personalizada, resolução de problemas matemáticos, desempenho discente e limites ético-pedagógicos dessas tecnologias. Os resultados indicam que a inteligência artificial pode favorecer a aprendizagem algébrica ao oferecer feedback imediato, explicações passo a passo, apoio à resolução de problemas, personalização de percursos e recursos de verificação de respostas. Ao mesmo tempo, os estudos analisados demonstram que essas ferramentas podem apresentar erros, estimular dependência tecnológica e reduzir o pensamento crítico quando utilizadas sem mediação docente. Conclui-se que a inteligência artificial apresenta potencial relevante para o ensino de Álgebra, desde que seja integrada de forma planejada, supervisionada e articulada à construção do raciocínio matemático.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Educação Matemática. Álgebra. Sistemas Tutores Inteligentes. Aprendizagem Matemática.

ABSTRACT

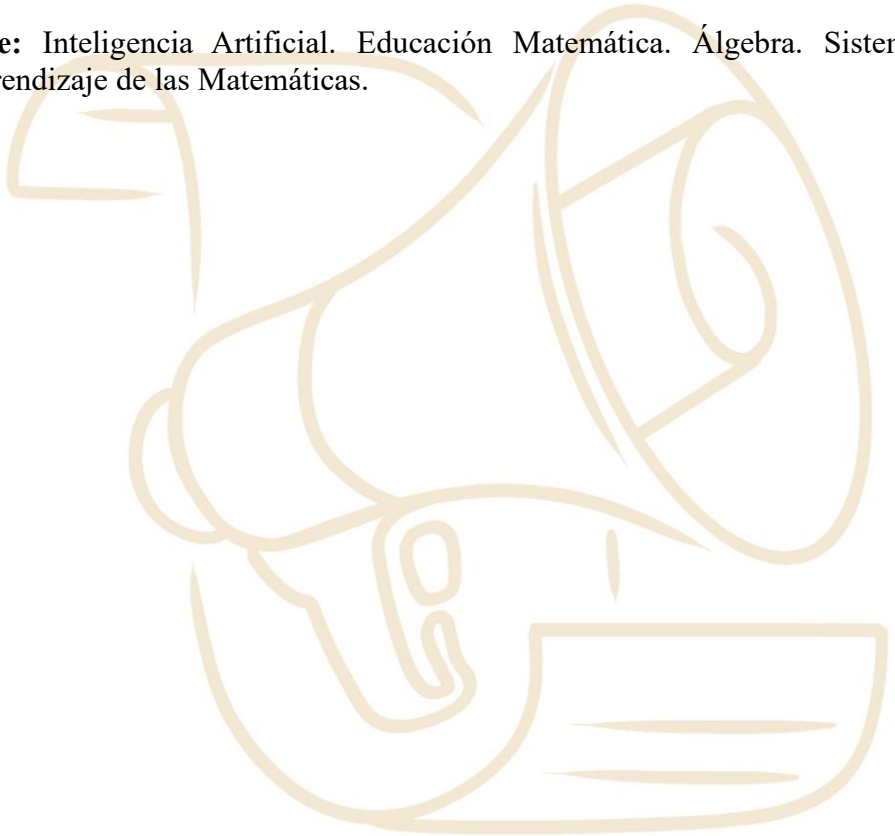
This article aims to analyze the possibilities of using artificial intelligence in Mathematics teaching, with emphasis on Algebra learning. The research was developed through a bibliographic review based on studies published in the last five years addressing artificial intelligence, intelligent tutoring systems, ChatGPT, Photomath, personalized learning, mathematical problem solving, student performance, and ethical-pedagogical limits of these technologies. The results indicate that artificial intelligence can support algebraic learning by providing immediate feedback, step-by-step explanations, problem-solving support, personalized learning paths, and answer-checking resources. At the same time, the analyzed studies show that these tools may produce errors, encourage technological dependence, and reduce critical thinking when used without teacher mediation. It is concluded that artificial intelligence has relevant potential for Algebra teaching, provided that it is integrated in a planned, supervised way and connected to the construction of mathematical reasoning.

Keywords: Artificial Intelligence. Mathematics Education. Algebra. Intelligent Tutoring Systems. Mathematical Learning.

RESUMEN

Este artículo analiza las posibilidades de la inteligencia artificial en la enseñanza de las matemáticas, con especial énfasis en el aprendizaje del álgebra. La investigación se desarrolló mediante una revisión bibliográfica de estudios publicados en los últimos cinco años que abordan la inteligencia artificial, los sistemas de tutoría inteligente, ChatGPT, Photomath, el aprendizaje personalizado, la resolución de problemas matemáticos, el rendimiento estudiantil y los límites ético-pedagógicos de estas tecnologías. Los resultados indican que la inteligencia artificial puede favorecer el aprendizaje del álgebra al ofrecer retroalimentación inmediata, explicaciones paso a paso, apoyo para la resolución de problemas, personalización de las rutas de aprendizaje y recursos para verificar las respuestas. Sin embargo, los estudios analizados demuestran que estas herramientas pueden presentar errores, estimular la dependencia tecnológica y reducir el pensamiento crítico cuando se utilizan sin la mediación del docente. Se concluye que la inteligencia artificial presenta un potencial relevante para la enseñanza del álgebra, siempre que se integre de forma planificada, supervisada y articulada con la construcción del razonamiento matemático.

Palabras clave: Inteligencia Artificial. Educación Matemática. Álgebra. Sistemas de Tutoría Inteligente. Aprendizaje de las Matemáticas.



1 INTRODUÇÃO

A inteligência artificial passou a ocupar espaço crescente nas discussões educacionais por sua capacidade de reorganizar formas de acesso ao conhecimento, personalizar atividades e oferecer respostas imediatas às necessidades dos estudantes em diferentes áreas do currículo (Lin; Huang; Lu,2023). No campo da Matemática, esse movimento assume relevância particular porque envolve conteúdos que exigem raciocínio progressivo, domínio simbólico, interpretação de problemas e construção de estratégias de resolução (Hwang,2022).

A aprendizagem em Álgebra costuma representar uma passagem complexa para muitos estudantes, pois exige a transição do pensamento aritmético para formas mais abstratas de representação, generalização e manipulação de relações entre grandezas (Soesanto; Dirgantoro; Priyanti,2022). Nesse cenário, ferramentas baseadas em inteligência artificial podem auxiliar na apresentação de explicações, na oferta de feedback e na organização de etapas de resolução, desde que sua utilização seja pedagogicamente orientada (Son,2024).

O avanço de recursos como ChatGPT, sistemas tutores inteligentes e aplicativos matemáticos tem ampliado o debate sobre as possibilidades da inteligência artificial no ensino de Matemática, principalmente por permitir que estudantes recebam apoio individualizado fora do modelo tradicional de exposição coletiva (Pepin; Buchholtz; Salinas-Hernández,2025). Essas tecnologias podem atuar como tutores, geradores de pistas, ambientes adaptativos e instrumentos de apoio à resolução de problemas, favorecendo experiências de aprendizagem mais próximas das dificuldades específicas dos alunos (Pardos; Bhandari,2024).

Apesar desse potencial, a inserção da inteligência artificial na educação matemática também exige análise crítica, pois ferramentas automatizadas podem gerar respostas incorretas, simplificar excessivamente procedimentos ou induzir o estudante a buscar apenas o resultado final (Wardat *et al*.,2023). Na aprendizagem algébrica, esse risco precisa ser observado com atenção, visto que compreender expressões, equações, funções e relações simbólicas demanda reflexão sobre processos, propriedades e justificativas matemáticas (Korkmaz Guler *et al*.,2024).

A relevância deste estudo decorre da necessidade de compreender como a inteligência artificial pode contribuir para o ensino de Álgebra sem substituir a mediação docente nem enfraquecer a construção do pensamento matemático. A investigação também se justifica pela presença de pesquisas recentes que indicam ganhos de desempenho com ferramentas digitais em conteúdos algébricos, como equações lineares e quadráticas, quando utilizadas com orientação adequada.

Diante disso, o problema que orienta este artigo pode ser formulado da seguinte maneira: de que modo a inteligência artificial pode favorecer a aprendizagem em Álgebra no ensino de Matemática, considerando suas possibilidades pedagógicas e seus limites de uso? O objetivo geral consiste em

analisar, a partir da literatura recente, as contribuições e restrições do uso da inteligência artificial no ensino de Matemática, com foco nas possibilidades para a aprendizagem em Álgebra.

Para alcançar esse objetivo, o artigo discute inicialmente os fundamentos da inteligência artificial aplicada à educação matemática, com destaque para tutores inteligentes, IA generativa, aplicativos matemáticos e aprendizagem personalizada. Em seguida, são analisadas evidências sobre desempenho, resolução de problemas, percepção dos estudantes, ansiedade matemática, uso do *Photomath* e limitações pedagógicas das ferramentas inteligentes no ensino algébrico.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A inteligência artificial aplicada à educação matemática envolve um conjunto de tecnologias capazes de analisar respostas, interpretar padrões de aprendizagem, oferecer feedback e adaptar atividades conforme o desempenho do estudante (Lin; Huang; Lu,2023). Essa lógica se diferencia de usos tecnológicos mais simples porque não se limita à apresentação de conteúdos digitais, mas busca responder ao percurso individual de aprendizagem por meio de dados e modelos computacionais (Son,2024).

Entre as formas mais consolidadas de inteligência artificial na educação matemática estão os sistemas tutores inteligentes, que oferecem instrução personalizada, feedback imediato e apoio em etapas de resolução de problemas (Hwang,2022). Esses sistemas são relevantes para a aprendizagem algébrica porque conteúdos como equações, inequações, fatoração e funções exigem acompanhamento gradual, identificação de erros e reconstrução de procedimentos (Soesanto; Dirgantoro; Priyanti,2022).

A Álgebra aparece entre os domínios matemáticos mais recorrentes em estudos sobre sistemas tutores inteligentes, ao lado de números, aritmética e geometria (Son,2024). Essa presença indica que a área algébrica oferece condições favoráveis para aplicação de recursos adaptativos, especialmente por combinar procedimentos formais, resolução de problemas e necessidade de feedback constante (Pardos; Bhandari,2024).

Indica que a inteligência artificial apresenta efeito positivo no desempenho matemático de estudantes, embora esse efeito seja de pequena magnitude quando analisado em conjunto com diferentes tipos de tecnologia e níveis de ensino (Hwang,2022). Esse resultado demonstra que a IA pode favorecer a aprendizagem, mas também confirma que seus efeitos dependem do conteúdo, da organização didática e do modo como a ferramenta é integrada ao processo pedagógico (Opesemowo; Ndlovu,2024).

No caso da IA generativa, o ChatGPT passou a ser investigado como recurso de apoio à educação matemática por sua capacidade de produzir explicações, exemplos, pistas, planejamentos de aula e respostas em linguagem acessível (Pepin; Buchholtz; Salinas-Hernández,2025). Essa possibilidade interessa ao ensino de Álgebra porque muitos estudantes precisam de diferentes formas

de explicação para compreender a passagem entre linguagem verbal, linguagem simbólica e procedimentos de resolução (Korkmaz Guler *et al*.,2024).

Dicas geradas pelo ChatGPT em conteúdos matemáticos demonstram ganhos de aprendizagem em áreas que incluíam Álgebra Elementar, Álgebra Intermediária e Álgebra Universitária (Pardos; Bhandari,2024). A ajuda gerada pela ferramenta pode se aproximar da ajuda elaborada por tutores humanos, especialmente quando assume a forma de explicação guiada e apoio passo a passo (Asiedu Menlah; Boateng,2025).

Existe um potencial no ChatGPT para oferecer explicações rápidas, apoio à resolução e linguagem acessível em Matemática (Wardat *et al*.,2023). Entretanto, há exemplos em que a ferramenta comete falhas em manipulações algébricas e cálculos, o que demonstra que a resposta automatizada precisa ser conferida e discutida pelo professor e pelo estudante (Korkmaz Guler *et al*.,2024).

Korkmaz Guler *et al*. (2024) compararam o desempenho do ChatGPT-3.5 e do ChatGPT-4 em uma prova nacional de Matemática e observaram que a versão mais recente apresentou maior taxa de acerto e melhor compreensão dos comandos (Korkmaz Guler *et al*.,2024). Ainda assim, o estudo identificou erros em inequações, leitura de enunciados e conversão de linguagem verbal em expressão algébrica, o que se relaciona diretamente a dificuldades comuns na aprendizagem de Álgebra (Soesanto; Dirgantoro; Priyanti,2022).

O uso de aplicativos matemáticos também aparece como recurso relevante para conteúdos algébricos, principalmente quando fornece resolução passo a passo e verificação de respostas (Opesemowo; Ndlovu,2024). Nesse campo, o estudo de Kusi, Boateng e Teku (2025) se destaca ao analisar o uso do *Photomath* no ensino de equações quadráticas, conteúdo diretamente vinculado à aprendizagem algébrica (Kusi; Boateng; Teku,2025).

Houve melhora expressiva no desempenho de estudantes que utilizaram o *Photomath* em comparação ao processo anterior à intervenção, com aumento relevante entre pré-teste e pós-teste (Kusi; Boateng; Teku,2025). Esse resultado sugere que aplicativos inteligentes podem favorecer autonomia, confiança e compreensão procedimental quando usados como apoio à aprendizagem, e não como simples mecanismo de obtenção de respostas.

A percepção dos estudantes também fornece elementos importantes para compreender a pertinência da IA na aprendizagem algébrica (Soesanto; Dirgantoro; Priyanti,2022). No estudo realizado com estudantes do ensino médio, a Álgebra foi o tópico mais sugerido para uso de inteligência artificial, incluindo funções, programação linear e relações algébricas (Soesanto; Dirgantoro; Priyanti,2022).

Os próprios estudantes reconhecem a necessidade de apoio em conteúdos algébricos que envolvem representação simbólica, escolha de fórmulas, interpretação de problemas e visualização de gráficos (Soesanto; Dirgantoro; Priyanti,2022). A expectativa de que a IA funcione como tutor

inteligente reforça a demanda por ferramentas que ofereçam explicações sistemáticas, feedback e exercícios semelhantes após a identificação de erros (Lin; Huang; Lu,2023).

Sistemas tutores baseados em IA podem influenciar positivamente as habilidades de resolução de problemas matemáticos (Asiedu Menlah; Boateng,2025). Para a Álgebra, esse achado é relevante porque resolver problemas algébricos exige decompor informações, organizar etapas, escolher estratégias, verificar resultados e manter confiança durante o processo (Kusi; Boateng; Teku,2025).

A ansiedade matemática aparece como fator que interfere no aproveitamento das tecnologias educacionais e na resolução de problemas (Asiedu Menlah; Boateng,2025). Esse aspecto tem relação direta com a aprendizagem algébrica, pois muitos estudantes associam letras, equações e funções a experiências de dificuldade, insegurança e bloqueio diante de tarefas matemáticas (Opesemowo; Ndlovu,2024).

A discussão crítica sobre inteligência artificial na educação matemática exige considerar riscos pedagógicos, éticos e sociais (Opesemowo; Ndlovu,2024). Entre esses riscos estão dependência tecnológica, perda de pensamento crítico, excesso de foco em procedimentos automáticos, viés algorítmico, privacidade de dados e desigualdade de acesso (Lin; Huang; Lu,2023).

Dessa forma, a inteligência artificial precisa ser compreendida como recurso de apoio, e não como substituição da docência ou do raciocínio matemático do estudante (Pepin; Buchholtz; Salinas-Hernández,2025). A aprendizagem em Álgebra requer mediação, análise de erros, discussão de estratégias e construção de significados, o que demanda presença ativa do professor no planejamento e na avaliação do uso dessas tecnologias (Son,2024).

3 METODOLOGIA

Este artigo foi desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica, com abordagem qualitativa e caráter exploratório, tomando como base artigos científicos recentes sobre inteligência artificial no ensino de Matemática e suas possibilidades para a aprendizagem em Álgebra. A pesquisa bibliográfica permite reunir, organizar e interpretar produções já publicadas sobre determinado tema, oferecendo base para compreensão crítica do objeto investigado (Gil,2019).

Foram considerados estudos publicados nos últimos cinco anos, compreendendo o período de 2022 a 2025, com foco em inteligência artificial, educação matemática, sistemas tutores inteligentes, ChatGPT, *Photomath*, resolução de problemas, desempenho matemático, ansiedade matemática e aprendizagem algébrica. A seleção priorizou artigos reais, com acesso aberto, publicados em periódicos científicos e diretamente relacionados ao tema proposto.

A análise dos estudos foi organizada em três movimentos: identificação das contribuições de cada artigo, aproximação temática entre os resultados encontrados e construção de uma discussão voltada ao ensino de Álgebra. Esse procedimento permitiu relacionar evidências empíricas, revisões

sistemáticas, estudos conceituais e pesquisas sobre percepção discente, respeitando a coerência entre os achados e o objetivo do artigo.

A interpretação dos dados seguiu uma leitura analítica e comparativa dos textos selecionados, buscando compreender convergências, tensões e limites das pesquisas recentes. Em pesquisas dessa natureza, a análise bibliográfica exige seleção criteriosa, registro organizado das informações e articulação entre fontes para construir uma argumentação consistente (Lakatos; Marconi,2021).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para iniciar a discussão dos resultados, apresenta-se uma tabela com as contribuições dos estudos utilizados, a fim de sintetizar a função de cada referência na construção do artigo. Essa organização permite visualizar como cada autor contribui para compreender o uso da inteligência artificial no ensino de Matemática e, mais especificamente, suas possibilidades para a aprendizagem em Álgebra.

Tabela 1 – Síntese dos artigos selecionados

Autor (ano)	Principais contribuições
Asiedu Menlah e Boateng (2025)	Analisa sistemas tutores baseados em IA, resolução de problemas matemáticos e influência da ansiedade matemática no desempenho dos estudantes.
Hwang (2022)	Apresenta meta-análise sobre os efeitos da IA no desempenho matemático de estudantes, indicando impacto positivo, embora moderado.
Korkmaz Guler *et al*. (2024)	Avalia o desempenho do ChatGPT-3.5 e do ChatGPT-4 em prova de Matemática, mostrando potencial, erros e relevância dos comandos.
Kusi, Boateng e Teku (2025)	Investiga o uso do *Photomath* em equações quadráticas, apontando melhora expressiva no desempenho em conteúdo algébrico.
Lin, Huang e Lu (2023)	Discute IA em sistemas tutores inteligentes, aprendizagem personalizada, análise de dados, privacidade, viés e formação docente.
Opesemowo e Ndlovu (2024)	Organiza possibilidades e limites da IA na educação matemática, incluindo feedback, avaliação adaptativa, riscos éticos e dependência tecnológica.
Pardos e Bhandari (2024)	Compara dicas geradas pelo ChatGPT com dicas de tutores humanos em conteúdos de Matemática, incluindo Álgebra.
Pepin, Buchholtz e Salinas-Hernández (2025)	Realiza revisão de escopo sobre ChatGPT na educação matemática, abordando planejamento, feedback, personalização e limites.
Soesanto, Dirgantoro e Priyanti (2022)	Investiga percepções de estudantes sobre IA na Matemática e identifica a Álgebra como tópico mais sugerido para uso dessas tecnologias.
Son (2024)	Apresenta revisão sistemática sobre sistemas tutores inteligentes na educação matemática, destacando a presença da Álgebra nos estudos analisados.
Wardat *et al*. (2023)	Examina percepções e experiências com ChatGPT no ensino de Matemática, evidenciando potencial explicativo e erros em problemas matemáticos.

Fonte: Elaborado pela autora (2026)

Pepin, Buchholtz e Salinas-Hernández (2025) permitem compreender que o ChatGPT passou a ser investigado na educação matemática por sua capacidade de apoiar explicações, planejamento docente, elaboração de tarefas, feedback e aprendizagem personalizada. Essa leitura se aproxima de Son (2024), que situa os sistemas tutores inteligentes como uma forma consolidada de inteligência

artificial educacional, capaz de acompanhar percursos individuais e oferecer suporte durante a resolução de problemas matemáticos.

No campo específico da Álgebra, Son (2024) demonstra que esse domínio aparece com frequência expressiva nos estudos sobre tutores inteligentes, o que reforça a pertinência do recorte adotado neste artigo. Soesanto, Dirgantoro e Priyanti (2022) complementam essa constatação ao mostrar que estudantes do ensino médio indicaram a Álgebra como o conteúdo mais adequado para receber apoio de IA, especialmente em funções, programação linear e relações simbólicas.

A convergência entre esses estudos sugere que a Álgebra reúne características que favorecem o uso pedagógico da inteligência artificial, pois envolve procedimentos sequenciais, leitura de enunciados, generalização de padrões e manipulação de expressões. Lin, Huang e Lu (2023) ajudam a explicar essa adequação ao mostrar que tutores inteligentes podem personalizar atividades, ajustar feedbacks e apoiar decisões pedagógicas a partir de dados de desempenho.

Essa personalização é relevante porque estudantes não aprendem Álgebra em um único ritmo, nem apresentam as mesmas dificuldades diante de equações, funções ou problemas com linguagem verbal. Hwang (2022) confirma que os efeitos da IA variam conforme o tópico matemático e o nível escolar, o que indica que a simples presença da tecnologia não garante aprendizagem se o conteúdo e a estratégia didática não forem considerados.

Pardos e Bhandari (2024) fornecem uma das evidências mais fortes para o debate, pois compararam dicas geradas pelo ChatGPT com dicas elaboradas por tutores humanos em conteúdos de Matemática que incluíam Álgebra Elementar, Intermediária e Universitária. O resultado mostrou ganhos significativos na condição com ChatGPT em comparação ao grupo sem ajuda, indicando que explicações automatizadas podem favorecer a aprendizagem quando funcionam como pistas e soluções trabalhadas.

Esse achado se torna ainda mais expressivo quando relacionado à aprendizagem algébrica, pois os conteúdos analisados envolviam resolução de equações e identificação de relações lineares. Pardos e Bhandari (2024) também alertam, porém, que parte das dicas geradas apresentou erros, o que exige controle de qualidade, revisão humana e estratégias de validação antes do uso direto com estudantes.

Wardat *et al*. (2023) reforçam essa cautela ao mostrar que o ChatGPT consegue estruturar respostas em linguagem acessível, mas pode cometer falhas em manipulação algébrica, cálculo e interpretação de conceitos. Essa evidência impede que a IA seja tratada como fonte automática de verdade matemática e aproxima a discussão da necessidade de conferência crítica, principalmente em atividades que envolvem simplificação de expressões e resolução de equações.

Korkmaz Guler *et al*. (2024) seguem essa linha ao comparar o ChatGPT-3.5 e o ChatGPT-4 em prova nacional de Matemática, revelando melhora da versão mais recente, mas também permanência de erros em inequações, probabilidade, geometria e conversão de enunciados em linguagem algébrica.

Esse dado é muito importante para o ensino de Álgebra, pois a tradução entre linguagem cotidiana e linguagem simbólica costuma estar entre as maiores dificuldades dos estudantes.

A engenharia de comandos aparece, nesse contexto, como elemento pedagógico relevante. Korkmaz Guler *et al*. (2024) observaram que orientações adicionais, solicitação de resolução passo a passo e reformulação de enunciados podem melhorar respostas da IA, o que sugere que professores e estudantes precisam aprender a dialogar com essas ferramentas de modo criterioso.

No caso do *Photomath*, Kusi, Boateng e Teku (2025) apresentam evidência diretamente conectada à aprendizagem algébrica ao investigar equações quadráticas com estudantes de formação docente. O estudo mostrou aumento expressivo entre pré-teste e pós-teste no grupo que utilizou o aplicativo, indicando que ferramentas de resolução passo a passo podem favorecer desempenho, autonomia e confiança em conteúdos algébricos.

Esse resultado dialoga com Opesemowo e Ndlovu (2024), que apontam o feedback em tempo real como uma das vantagens da IA na educação matemática. Quando o estudante consegue verificar etapas, comparar estratégias e identificar onde errou, a ferramenta deixa de funcionar apenas como calculadora avançada e pode se transformar em apoio à compreensão procedimental.

Ainda assim, Kusi, Boateng e Teku (2025) mostram que o *Photomath* também apresenta problemas de acesso, reconhecimento de escrita manual e possível enfraquecimento de práticas tradicionais de resolução. Essa constatação se aproxima de Opesemowo e Ndlovu (2024), para quem a dependência excessiva da IA pode reduzir pensamento crítico, criatividade e autonomia matemática.

A tensão entre apoio e dependência atravessa todos os estudos analisados. Pepin, Buchholtz e Salinas-Hernández (2025) indicam que o ChatGPT pode favorecer aprendizagem personalizada e colaboração, mas também pode induzir aceitação passiva de respostas quando o estudante não questiona o procedimento apresentado.

Na Álgebra, essa aceitação passiva é especialmente problemática, pois resolver uma equação ou interpretar uma função exige compreender propriedades e relações, e não apenas copiar etapas geradas por uma ferramenta. Wardat *et al*. (2023) mostram que uma resposta bem escrita pode esconder erro conceitual, o que torna indispensável transformar o uso da IA em objeto de discussão matemática.

A mediação docente, portanto, aparece como condição de qualidade para o uso da IA. Son (2024) observa que muitos estudos sobre tutores inteligentes reduzem a intervenção do professor, mas essa configuração pode limitar o potencial pedagógico da tecnologia quando ela se distancia do planejamento curricular e das interações de sala de aula.

Lin, Huang e Lu (2023) ampliam essa discussão ao destacar que a integração da IA depende de infraestrutura, formação docente, segurança dos dados e sistemas mais transparentes. Em contextos escolares marcados por desigualdades de acesso, a adoção de ferramentas inteligentes precisa considerar quem pode utilizar os recursos, em quais condições e com qual acompanhamento.

Asiedu Menlah e Boateng (2025) acrescentam ao debate a dimensão emocional da aprendizagem matemática. Os autores mostram que tutores baseados em IA podem influenciar positivamente habilidades de resolução de problemas, enquanto a ansiedade matemática interfere no desempenho e reduz a confiança dos estudantes diante de tarefas matemáticas.

Esse ponto é particularmente relevante para a Álgebra, pois muitos estudantes associam letras, símbolos e equações a experiências de fracasso. Asiedu Menlah e Boateng (2025) sugerem que ambientes de IA com feedback encorajador, apoio gradual e visual menos intimidante podem contribuir para reduzir a tensão durante a resolução de problemas.

A aprendizagem algébrica também pode se beneficiar da visualização apoiada por IA, especialmente no estudo de funções, gráficos e relações entre variáveis. Soesanto, Dirgantoro e Priyanti (2022) mostram que os estudantes esperam ferramentas capazes de visualizar gráficos, interpretar problemas e oferecer explicações passo a passo, o que indica uma demanda por recursos que tornem a Álgebra mais representável e acessível.

Nessa direção, a IA pode atuar como ponte entre diferentes registros de representação, articulando linguagem verbal, simbólica, numérica e gráfica. Korkmaz Guler *et al*. (2024) evidenciam, porém, que justamente essa passagem entre registros pode gerar erros, o que reforça a necessidade de o professor propor tarefas em que os alunos comparem respostas da IA, identifiquem inconsistências e justifiquem procedimentos.

Os estudos analisados mostram que a inteligência artificial pode favorecer a aprendizagem em Álgebra quando empregada para ampliar a prática orientada, oferecer feedback imediato, apoiar resolução de problemas e personalizar percursos. Hwang (2022), ao apontar efeito positivo da IA no desempenho matemático, contribui para sustentar essa possibilidade, mas também indica que os resultados dependem do conteúdo e das condições de uso.

Assim, o uso da IA em Álgebra deve ser planejado com finalidade formativa, e não apenas operacional. Pardos e Bhandari (2024) evidenciam que dicas e soluções trabalhadas podem gerar aprendizagem, enquanto Opesemowo e Ndlovu (2024) lembram que o uso sem reflexão pode reduzir autonomia e pensamento crítico.

A discussão também revela que diferentes ferramentas cumprem funções distintas. O ChatGPT pode apoiar explicações, exemplos e formulação de pistas; o *Photomath* pode favorecer conferência e resolução passo a passo; sistemas tutores inteligentes podem adaptar trilhas, registrar desempenho e oferecer feedback progressivo.

Nenhuma dessas ferramentas, entretanto, substitui a necessidade de construir significado matemático. Wardat *et al*. (2023), Korkmaz Guler *et al*. (2024) e Pepin, Buchholtz e Salinas-Hernández (2025) convergem ao mostrar que respostas geradas por IA precisam ser lidas criticamente, principalmente quando envolvem procedimentos simbólicos e conceitos abstratos.

Desse modo, a contribuição da IA para a aprendizagem em Álgebra está menos na entrega de respostas prontas e mais na criação de situações de análise, comparação, revisão e argumentação. Son (2024) permite compreender que usos mais transformadores da tecnologia surgem quando os estudantes assumem maior autonomia, interagem com tarefas redesenhadas e utilizam sistemas inteligentes para pensar matematicamente.

O professor, nesse cenário, precisa organizar tarefas em que a IA seja usada como apoio à investigação e à verificação, e não como atalho para finalizar exercícios. Lin, Huang e Lu (2023) indicam que a formação docente e a compreensão dos dados gerados pelas plataformas são necessárias para que a tecnologia seja integrada com segurança, transparência e coerência pedagógica.

A Álgebra se mostra um campo promissor para essa integração porque concentra dificuldades recorrentes e, ao mesmo tempo, oferece conteúdos que podem ser explorados por meio de exemplos, feedbacks, simulações e representações. Kusi, Boateng e Teku (2025) demonstram que, em equações quadráticas, o uso orientado de aplicativo matemático pode produzir ganhos expressivos, enquanto Soesanto, Dirgantoro e Priyanti (2022) mostram que os estudantes reconhecem essa necessidade de apoio.

Os achados, tomados em conjunto, indicam que a inteligência artificial pode contribuir para a aprendizagem algébrica quando articulada a três condições: mediação docente, validação matemática e uso formativo. Sem essas condições, os riscos apontados por Opesemowo e Ndlovu (2024) tornam-se mais evidentes, especialmente dependência, enfraquecimento do raciocínio e desigualdade de acesso.

Portanto, as possibilidades da IA no ensino de Álgebra não devem ser vistas como solução automática, mas como parte de uma reorganização pedagógica mais cuidadosa. O melhor aproveitamento dessas ferramentas ocorre quando elas ajudam o estudante a compreender o caminho da resolução, explicar seus próprios procedimentos, reconhecer erros e construir confiança para enfrentar problemas matemáticos mais complexos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo permitiu compreender que a inteligência artificial apresenta possibilidades relevantes para o ensino de Matemática, especialmente quando direcionada à aprendizagem em Álgebra. As pesquisas analisadas indicam que ferramentas como ChatGPT, *Photomath* e sistemas tutores inteligentes podem favorecer explicações passo a passo, feedback imediato, personalização de atividades, resolução de problemas e acompanhamento individualizado.

A Álgebra aparece como um campo particularmente adequado para o uso dessas tecnologias, pois envolve conteúdos que exigem prática orientada, interpretação de enunciados, manipulação simbólica, análise de erros e construção gradual de procedimentos. Os estudos também mostram que

os estudantes reconhecem a necessidade de apoio tecnológico em temas algébricos, principalmente quando a ferramenta oferece orientação clara, exemplos, visualização e correção progressiva.

Apesar dessas contribuições, a inteligência artificial não deve ser utilizada como substituta do professor nem como fonte definitiva de respostas matemáticas. As ferramentas analisadas podem cometer erros, apresentar explicações incompletas e estimular dependência quando o estudante apenas copia resultados sem compreender os procedimentos envolvidos.

Conclui-se que o uso da inteligência artificial no ensino de Álgebra deve ocorrer de forma planejada, crítica e mediada pelo professor. Quando integrada a objetivos pedagógicos claros, a IA pode ampliar as possibilidades de aprendizagem matemática, fortalecer a autonomia do estudante e contribuir para a construção do raciocínio algébrico.

REFERÊNCIAS

ASIEDU MENLAH, Clement K.; BOATENG, Francis Ohene. Examining the effect of AI-based tutoring systems on students' mathematical problem-solving skills: the moderating role of mathematics anxiety. *Journal of Pedagogical Sociology and Psychology*, v. 7, n. 3, p. 5-17, 2025. DOI: https://doi.org/10.33902/jpsp.202536137. Disponível em:. Acesso em: 21 maio 2026.

HWANG, Sunghwan. Examining the effects of artificial intelligence on elementary students' mathematics achievement: a meta-analysis. *Sustainability*, v. 14, n. 20, 13185, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/su142013185. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/14/20/13185. Acesso em: 21 maio 2026.

KORKMAZ GULER, Nezihe; DERTLI, Zeynep Gul; BORAN, Elif; YILDIZ, Bahadir. An artificial intelligence application in mathematics education: evaluating ChatGPT's academic achievement in a mathematics exam. *Pedagogical Research*, v. 9, n. 2, em0188, 2024. DOI: https://doi.org/10.29333/pr/14145. Disponível em: https://www.pedagogicalresearch.com/download/an-artificial-intelligence-application-in-mathematics-education-evaluating-chatgpts-academic-14145.pdf. Acesso em: 21 maio 2026.

KUSI, Prince; BOATENG, Francis Ohene; TEKU, Emmanuel. The effect of technology integration on college of education students' achievement in quadratic equations: the perspective of photo math utilization. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, v. 21, n. 1, em2561, 2025. DOI: https://doi.org/10.29333/ejmste/15799. Disponível em: https://www.ejmste.com/article/the-effect-of-technology-integration-on-college-of-education-students-achievement-in-quadratic-15799. Acesso em: 21 maio 2026.

LIN, Chien-Chang; HUANG, Anna Y. Q.; LU, Owen H. T. Artificial intelligence in intelligent tutoring systems toward sustainable education: a systematic review. *Smart Learning Environments*, v. 10, art. 41, 2023. DOI: https://doi.org/10.1186/s40561-023-00260-y. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s40561-023-00260-y. Acesso em: 21 maio 2026.

OPESOMOWO, Oluwaseyi A. G.; NDLOVU, Mdutshekelwa. Artificial intelligence in mathematics education: the good, the bad, and the ugly. *Journal of Pedagogical Research*, v. 8, n. 3, p. 333-346, 2024. DOI: https://doi.org/10.33902/JPR.202426428. Disponível em: https://www.ijopr.com/article/artificial-intelligence-in-mathematics-education-the-good-the-bad-and-the-ugly-14735. Acesso em: 21 maio 2026.

PARDOS, Zachary A.; BHANDARI, Shreya. ChatGPT-generated help produces learning gains equivalent to human tutor-authored help on mathematics skills. *PLOS ONE*, v. 19, n. 5, e0304013, 2024. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0304013. Disponível em: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0304013. Acesso em: 21 maio 2026.

PEPIN, Birgit; BUCHHOLTZ, Nils; SALINAS-HERNÁNDEZ, Ulises. A scoping survey of ChatGPT in mathematics education. *Digital Experiences in Mathematics Education*, v. 11, p. 9-41, 2025. DOI: https://doi.org/10.1007/s40751-025-00172-1. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s40751-025-00172-1. Acesso em: 21 maio 2026.

SOESANTO, Robert Harry; DIRGANTORO, Kurnia Putri Sepdikasari; PRIYANTI, Neng. Indonesian students' perceptions towards AI-based learning in mathematics. *Journal on Mathematics Education*, v. 13, n. 3, p. 531-548, 2022. DOI: https://doi.org/10.22342/jme.v13i3.pp531-548. Disponível em: https://jme.ejournal.unsri.ac.id/index.php/jme/article/view/251. Acesso em: 21 maio 2026.

SON, Taekwon. Intelligent tutoring systems in mathematics education: a systematic literature review using the substitution, augmentation, modification, redefinition model. *Computers*, v. 13, n. 10, 270, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/computers13100270. Disponível em: https://www.mdpi.com/2073-431X/13/10/270. Acesso em: 21 maio 2026.

WARDAT, Yousef; TASHTOUSH, Mohammad A.; ALALI, Rommel; JARRAH, Adeeb M. ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, v. 19, n. 7, em2286, 2023. DOI: https://doi.org/10.29333/ejmste/13272. Disponível em: https://www.ejmste.com/article/chatgpt-a-revolutionary-tool-for-teaching-and-learning-mathematics-13272. Acesso em: 21 maio 2026.