

Inteligência artificial e o ensino de matemática: benefícios, desafios e oportunidades

Gislene Pereira de Oliveira Martins¹

<https://orcid.org/0009-0004-2940-9691>

Edna Mataruco Duarte²

<https://orcid.org/0000-0002-7147-2270>

Leandro Pinto Santana³

<https://orcid.org/0000-0002-8230-3675>

Resumo

A integração da Inteligência Artificial à educação fez emergir a necessidade de reflexões quanto às estratégias pedagógicas, especialmente, no que diz respeito aos processos de ensino e aprendizagem de matemática. Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo geral: associar os aspectos relacionados a temática Inteligência Artificial na Educação ao ensino de Matemática de forma a elencar seus benefícios e desafios. Ainda, trata-se de uma pesquisa de natureza teórica, com uma abordagem qualitativa, que busca compreender o processo de aplicação da Inteligência Artificial em práticas pedagógicas relacionadas ao ensino de matemática em um contexto de sala de aula, e o procedimento adotado é bibliográfico. Como resultado foi possível identificar que as principais aplicações da IAEd, especificamente, no ensino de matemática são: tutores inteligentes, plataformas adaptativas, chatbots e análise de dados educacionais que oferecem oportunidades únicas para transformar o ensino. Essas ferramentas promovem personalização, engajamento e eficiência, mas exigem uma implementação cuidadosa para abordar questões éticas de equidade.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Ensino de Matemática. Formação de Professores.

¹ CEETEPS

² Universidade Cruzeiro do Sul

³ Instituto Federal de São Paulo

Abstract

The integration of Artificial Intelligence into education has raised the need for reflection on pedagogical strategies, especially regarding mathematics teaching and learning processes. Given the above, this work has the general objective of associating aspects related to the topic of Artificial Intelligence in Education with mathematics teaching to list its benefits and challenges. Furthermore, this is theoretical research with a qualitative approach that seeks to understand the process of applying Artificial Intelligence to pedagogical practices related to mathematics teaching in a classroom context. The procedure adopted is bibliographic. As a result, it was possible to identify that the main applications of IAEd, specifically in mathematics teaching, are intelligent tutors, adaptive platforms, chatbots, and educational data analysis – which offer unique opportunities to transform teaching. These tools promote personalization, engagement, and efficiency, but require careful implementation to address ethical and equity issue.

Keywords: Artificial Intelligence. Mathematics Teaching. Teacher Education.

1 Introdução

A integração da Inteligência Artificial à educação suscitou a necessidade de refletir sobre as estratégias pedagógicas, especialmente, no que diz respeito aos processos de ensino e aprendizagem de matemática. Assim, discutir essa temática é relevante, entre outros aspectos, devido ao potencial da IA para personalizar experiências de aprendizado, simplificar processos educacionais e romper com modelos tradicionais de ensino. Diante do exposto, este trabalho tem a pretensão de contribuir com a reflexão sobre o potencial da Inteligência Artificial de influenciar o ensino de matemática, ao mesmo tempo que discute as implicações éticas e pedagógicas desta tecnologia. Assim, no contexto educacional, a IA pode abranger desde sistemas de tutoria inteligentes até ferramentas analíticas que personalizam a instrução. Seus princípios fundamentais estão enraizados em áreas como aprendizado de máquina, processamento de linguagem natural e redes neurais, de forma a proporcionar aplicativos adaptativos e interativos.

Contudo, a Inteligência Artificial não é apenas uma tecnologia, mas um campo interdisciplinar que se situa na interseção entre ciência da computação, psicologia e filosofia, com o ambicioso intuito de simular processos cognitivos. Essa definição abrangente, conforme enfatizado por Giraffa e Santos (2023), contribui para entender como a IA pode ser integrada de forma ética e efetiva no contexto educacional, particularmente, no ensino de matemática.

Dessa forma, este trabalho visa responder: quais aspectos relacionados à temática Inteligência Artificial na Educação (IAEd) poderiam se caracterizar como benefícios e desafios no ensino de Matemática? Logo, essa pesquisa é de natureza teórica e adota uma abordagem qualitativa, que busca compreender o processo de aplicação da Inteligência Artificial em práticas pedagógicas relacionadas ao ensino de matemática em um contexto de sala de aula. O procedimento adotado é bibliográfico, uma vez que, segundo Gil (2008, p. 31), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Ainda, para uma melhor compreensão, o artigo foi estruturado nas seguintes seções: introdução, objetivo, referencial teórico, metodologia, resultados e discussões, e por fim, considerações finais.

2 Objetivo

Associar os aspectos relacionados à temática Inteligência Artificial na Educação ao ensino de Matemática de forma a elencar seus benefícios e desafios.

3 Referencial Teórico

A Inteligência Artificial remonta à década de 1950, quando os elementos fundamentais foram estabelecidos por Alan Turing e, mais notavelmente, com o surgimento do termo Inteligência Artificial por John McCarthy (Russell; Norvig, 2022). No início, a IA era orientada pela abordagem simbólica, que dependia da lógica para a resolução de problemas. Nos anos 1980 e 1990, segundo Russell e Norvig (2022, p. 23), o desenvolvimento do aprendizado de máquina e das redes neurais fez emergir a abordagem conexionista, que visava modelar o cérebro humano (Russell; Norvig, 2009). Já as técnicas de IA generativa para geração de textos e imagens são mais recentes, conforme JIAO e Ouyang (2021).

Ainda, segundo Jiao e Ouyang (2021), a IA pode ser dividida em três principais vertentes: IA simbólica, dependente de regras e lógica; IA conexionista, que utiliza redes neurais e aprendizado de máquina; e IA generativa, que gera novo conteúdo com base em dados. Além disso, o desenvolvimento da IA estar associado a fatores como a crescente capacidade de computação e o aumento do volume de dados disponíveis, o que permitiu sua migração de um ambiente de laboratório para uma variedade de áreas, o que inclui a Educação (JIAO; Ouyang, 2021).

Para Holmes, Bialik e Fadel (2019, p. 07) a IA é definida como sistemas baseados em computador que podem "[...] executar tarefas que normalmente requerem inteligência humana, incluindo raciocínio, aprendizado e resolução de problemas". Ainda, Holmes, Bialik e Fadel (2019) defendem que a IA não é um

substituto da inteligência humana, mas sim um complemento, que fornece recursos que melhoram as habilidades dos professores, ao olhar para o cenário da educação.

Adicionalmente, a inteligência artificial é definida como o estudo de agentes que percebem seu ambiente e realizam ações com base nessas percepções (Russell; Norvig, 2010). Há, ainda, duas categorias de IA, segundo UNESCO (2022), a saber: (1) técnicas – se refere a diferentes métodos utilizados para o desenvolvimento de diversos tipos de IA, por exemplo, IA Clássica e Aprendizagem de Máquina; e (2) tecnologias – campos de estudo e produtos que emergiram das técnicas, por exemplo, Chatbots, Visão Computacional, Processamento de Linguagem Natural e Sensores.

Nesse contexto, a IA clássica tem como base as regras e usa instruções condicionais, como se/então, para gerar saídas, logo, pode ser empregada na tecnologia chatbots. A Aprendizagem de Máquina está associada a qualquer tipo de programa de computador que aprende, sem uma programação explícita, por meio do acesso e processamento de grande quantidade de dados. Essa pode ser dividida em Aprendizagem Supervisionada, Aprendizagem por Reforço, Redes Neurais, Aprendizagem Profunda e Redes Adversárias Generativas (UNESCO, 2022).

No que diz respeito as técnicas há a tecnologia chatbot, que se caracteriza por programas de computador que são codificados para simular conversas orais/escritas. A Visão Computacional, por sua vez, utiliza-se de dados coletados de imagens e entradas visuais, e pode ser empregada, em carros autômatos para distinguir os objetos e as vias. Já o Processamento de Linguagem Natural, possibilita aos computadores processar e responder adequadamente à linguagem humana. E, por fim, os Sensores realizam a coleta dos dados que serão utilizados pela IA (UNESCO, 2022).

Assim, a Inteligência Artificial tem demonstrado sua capacidade de revolucionar diversos setores da sociedade, desde a saúde até o entretenimento, ao apresentar soluções inovadoras e sofisticadas para problemas complexos. Como exemplo, é possível citar: (1) área da saúde - a IA vem sendo aplicada no diagnóstico preciso de doenças; (2) indústrias automotivas - impulsiona o desenvolvimento de veículos autônomos cada vez mais seguros e eficientes; e (3) setor varejista - é empregada na análise detalhada do comportamento dos consumidores, ao utilizar essas informações para fazer recomendações personalizadas e relevantes. Dessa forma, a IA surge como uma tecnologia transformadora, que acaba por reformular nossa interação com a tecnologia de maneira mais intuitiva e eficiente (Holmes; Bialik; Fadel, 2019).

Ainda, na sociedade contemporânea, a inteligência artificial desempenha um papel cada vez mais crucial nas interfaces sociais, como Siri e Alexa, por meio do processamento de linguagem natural para responder perguntas e executar tarefas (Egenfeldt-Nielsen *et al.*, 2020). Entretanto, como destacam JIAO e Ouyang (2021), a IA não apenas proporciona eficiência em diferentes áreas, mas também

suscita preocupações relevantes relacionadas à ética, privacidade de dados e automação do trabalho.

Logo, a IA que não é algo novo, ganhou destaque nos últimos tempos devido ao surgimento do ChatGPT, em novembro de 2022. Com isso diversos setores passaram a refletir como utilizar essas técnicas e tecnologias, dentre essas a Educação, que será tema da próxima subseção.

3.1 Inteligência Artificial na Educacional – IAEd

No que tange ao uso da Inteligência Artificial na Educação (IAEd) há indícios que tenha começado a ganhar forma na década de 1970, com os primeiros sistemas de tutoria inteligente, como o Scholar, que ensinava geografia por meio de regras lógicas. Esses sistemas, baseados na IA simbólica, eram limitados pela tecnologia da época, mas já apontavam para seu potencial em personalizar o aprendizado. De acordo com Jiao e Ouyang (2021), a abordagem simbólica dominou os primeiros anos da IA educacional, tendo como foco a representação do conhecimento de forma estruturada.

Embora a trajetória inicial tenha sido marcada por experimentações, essa foi a base para inovações futuras. Na década de 1980, o aprendizado de máquina começou a transformar a IA, ao introduzir a abordagem conexionista que utiliza redes neurais para aprender a partir de dados. Essa mudança permitiu o desenvolvimento de sistemas educacionais mais adaptativos, capazes de analisar o desempenho dos alunos e ajustar o conteúdo em tempo real. Conforme afirmam Holmes, Bialik e Fadel (2019), a IA passou a ser empregada na criação de plataformas educacionais responsivas às necessidades individuais dos estudantes. Mesmo que a falta de poder computacional limitasse a escalabilidade dessas soluções, a década de 1980 marcou o início de uma nova era promissora para a IA aplicada à educação.

O advento do milênio marcou uma revolução na IA, impulsionada pelo aumento do poder computacional e pela disponibilidade de grandes volumes de dados. A aprendizagem profunda, uma subárea do aprendizado de máquina, possibilitou avanços significativos em tecnologias como processamento de linguagem natural e reconhecimento de padrões. Como destacado por JIAO e Ouyang (2021), essa fase consolidou a IA conexionista, com sistemas capazes de oferecer experiências de aprendizado altamente personalizadas.

Assim, no contexto educacional, a Inteligência Artificial possui diversas aplicações, sendo uma das mais importantes a criação de ambientes de aprendizagem dinâmicos e interativos (Holmes; Bialik; Fadel, 2019). Por exemplo, modelos de aprendizado de máquina usados, em tempo real, para avaliar com precisão o progresso de aprendizagem dos estudantes, além de fornecer *feedback* instantâneo e personalizado sobre seu desenvolvimento.

Além disso, ao considerar as três principais vertentes da Inteligência Artificial descritas por Jiao e Ouyang (2021), conforme Quadro 1: IA simbólica (regras e lógica), IA conexcionista (redes neurais e aprendizado de máquina) e IA generativa (geração de novo conteúdo com base em dados), é possível identificar que cada uma oferece oportunidades educacionais únicas no contexto do ensino. Por exemplo, a IA simbólica pode ser aplicada a sistemas de tutoria que seguem um plano de regras predefinido com os alunos, enquanto os sistemas conexcionistas são utilizados em ambientes educacionais adaptativos, ou seja, plataformas que fornecem conteúdo personalizado de acordo com as necessidades individuais dos estudantes.

Essa diversidade de aplicações evidencia o grande potencial da Inteligência Artificial para aprimorar e enriquecer os processos de ensino e aprendizagem. E, por fim, a IA generativa possui a capacidade de gerar problemas de prática personalizados ou simulações interativas que podem enriquecer e complementar de forma significativa a educação matemática, ao utilizar os chatbots, por exemplo. Dessa forma, compreender e saber aplicar essas abordagens torna-se fundamental para selecionar os instrumentos mais apropriados e eficazes para fins pedagógicos, especialmente, no ensino de disciplinas que envolvem raciocínio abstrato e resolução de problemas.

Quadro 1 – Vertentes da IAEd.

Vertentes da IA (Jiao; Ouyang, 2021)	Ferramentas
IA simbólica (regras e lógica)	Sistemas de Tutoria
IA conexcionista (redes neurais e aprendizado de máquina)	Ambientes educacionais adaptativos
IA generativa (geração de novo con- teúdo com base em dados)	<i>Chatbots</i>

Fonte: Autores (2025)

Dessa forma, na educação, plataformas como a Khan Academy começaram a utilizar algoritmos para adaptar o conteúdo ao ritmo individual de cada aluno, o que representou uma poderosa ferramenta para promover o aprendizado efetivo. Recentemente, a IA generativa emergiu como uma nova fronteira, capaz de criar conteúdo educacionais, como exercícios e simulações interativas. Giraffa e Santos

(2023) pontuam que a IA generativa tem o potencial de transformar o ensino ao criar materiais personalizados para os alunos. E Jiao e Ouyang (2021) classificam a IA generativa como um terceiro paradigma, que complementa as abordagens simbólica e conexionalista. Essa evolução reflete a capacidade da IA de ir além da análise de dados, de forma a criar soluções criativas para desafios educacionais.

Há, ainda, as tecnologias denominadas chatbots educacionais, como outro caso de uso a considerar. Esses assistentes virtuais educacionais fazem uso do Processamento de Linguagem Natural (PLN) para interagir com os estudantes, e responder a suas dúvidas, além de auxiliar na compreensão de conceitos complexos (Zhou *et al.*, 2020). Como exemplo de chatbots educacionais há os voltados ao aprendizado de idiomas. Ainda, Jiao e Ouyang (2021) mencionam o fato de que os chatbots aumentam a participação entre os estudantes. No entanto, Holmes, Bialik e Fadel (2019) enfatizam que esses sistemas precisam ser construídos para apoiar a interação do professor e não o substituir.

Além disso, a utilização da IAEd tem se destacado, especialmente, na análise de dados educacionais, ao permitir que sistemas automatizados monitore e identifique padrões de aprendizagem e sugiram intervenções pedagógicas personalizadas (Holmes *et al.*, 2019). Isso acaba por alterar o modo como a sala de aula funciona, pois com o resultado dessas análises o docente pode repensar suas práticas pedagógicas. Ainda, Giraffa e Santos (2023), acrescentam que a análise de dados pode ajudar o professor em sua tomada de decisão. No entanto, o rastreamento de informações deve observar questões relacionadas a privacidade e segurança, e precisa ser pautado por uma política sólida. Logo, a própria natureza da gestão educacional está sendo redefinida pela IA.

Adicionalmente, a IA também está sendo utilizada na automatização de tarefas administrativas, como a correção de provas e *feedback* assertivo. Isso permite que os professores invistam mais tempo junto aos estudantes. Holmes, Bialik e Fadel (2019) argumentam que a automação pode ser uma forma eficaz de melhorar a eficiência, embora envolva investimentos em infraestrutura. Para Jiao e Ouyang (2021) a IA pode revolucionar a educação, mas princípios éticos devem ser levados em consideração durante sua implementação. Consequentemente, o uso da IAEd é uma questão de inovação e responsabilidade, sendo passível de utilização no ensino de matemática.

Contudo, a evolução da IA na educação também foi marcada por desafios, como a necessidade de infraestrutura tecnológica e a resistência cultural à adoção de novas ferramentas. Holmes, Bialik e Fadel (2019) destacam que, nas décadas iniciais, a IA era vista com ceticismo, devido a expectativas não atendidas. Mesmo hoje, questões como privacidade de dados e equidade no acesso continuam a limitar o impacto da IA. Giraffa e Santos (2023) alertam que a implementação da IA deve ser acompanhada de políticas públicas que garantam a inclusão.

Diante do exposto, o cenário da IAEd também reflete o ambiente global da tecnologia, e acaba por redefinir as habilidades necessárias para os indivíduos que participam de uma sociedade da informação e do conhecimento, dentre esses

professores e alunos. Ademais, a IA não é apenas uma tecnologia, mas um disruptor para a educação, e exige que os educadores repensem suas práticas de ensino. Ainda, Jiao e Ouyang (2021), enfatizam que a IA deve servir como um auxílio aos professores, e não como um substituto. Dessa forma, o uso da IAEd pode democratizar a educação e tornar recursos de alta qualidade acessíveis a estudantes em diferentes ambientes. No entanto, Giraffa e Santos (2023) alertam que o uso desigual da tecnologia pode acentuar as disparidades educacionais. Portanto, há a necessidade de aplicar a IA com responsabilidade, de forma a não a tornar um fator de exclusão ou de reforço as desigualdades já existentes. Dessa forma, a IA enquanto tecnologia de uma geral carece de reflexões e discussões com relação ao seu uso na educação, especialmente, no que tange ao ensino-aprendizagem de matemática, temática à qual este estudo se propõe.

4 Método

Esta pesquisa com relação à natureza caracteriza-se como teórica, uma vez que se propõe associar os aspectos relacionados à temática Inteligência Artificial na Educação ao ensino de Matemática de forma a elencar seus benefícios e desafios. No que diz respeito à abordagem dos dados é qualitativa, pois conforme pontuam Bogdan e Biklen (1994) a ela pode-se atribuir as características como: (1) fonte direta de dados (artigos já publicados sobre a temática Inteligência Artificial na Educação e Inteligência Artificial no Ensino de Matemática); (2) apresentação descritiva, contribuindo com uma visão holística do fenômeno em questão; (3) interesse maior pelo processo (aplicação da Inteligência Artificial em práticas pedagógicas relacionadas ao ensino de matemática em um contexto de sala de aula); e (4) análise indutiva (que ganhou forma à medida que foram realizadas as leituras dos documentos). Ainda, quanto ao objetivo é descritivo. E por fim, o procedimento adotado para elaboração deste artigo foi o bibliográfico, uma vez que, segundo Gil (2008, p. 31), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Dito isso, na próxima seção serão apresentados os resultados e discussões.

5 Resultados e Discussão

Segundo Holmes, Bialik e Fadel (2019), a IA é um termo abrangente que engloba tecnologias que imitam o pensamento humano, no que se refere à capacidade de processar dados, reconhecer padrões e tomar ações. E ela vem sendo incorporada ao campo educacional por meio do desenvolvimento de tecnologias como sistemas tutoriais inteligentes e plataformas adaptativas. Esses sistemas utilizam conceitos fundamentais da IA, como aprendizado de máquina,

redes neurais e processamento de linguagem natural, com o objetivo de proporcionar experiências de ensino mais interativas e personalizadas (Duda; Hart; Stork, 2001).

Assim, a inteligência artificial ultrapassa o papel de uma simples ferramenta computacional, configurando-se como um campo interdisciplinar que reúne contribuições de áreas como ciência da computação, psicologia e filosofia (Russell; Norvig, 2010). Ainda, Giraffa e Santos (2023) argumentam que a IA na educação deve ser orientada pelo aprendizado humano. Portanto, refletir sobre os aspectos de interdisciplinaridade e aprendizado humano orientado pela IA, se apresentam como um dos pontos de partida a ser considerado ao usá-la no processo de ensino de matemática.

Jiao e Ouyang (2021) destacam que a IA poderia revolucionar a aprendizagem ao trazer o aprendizado centrado no aluno, porém deve ser aplicada com rigor para evitar desigualdade no acesso à tecnologia, acrescentam. Adicionalmente, Wang, Shi e Xie (2022) pontuam que a evolução da IA na educação é um reflexo de sua capacidade de se adaptar às necessidades dos alunos. No contexto do ensino de matemática, é fundamental assegurar que todos os estudantes possam utilizar ferramentas de inteligência artificial, sem que suas condições socioeconômicas sejam um obstáculo ao acesso. Assim, a IA possui uma função tanto técnica quanto social, pois sua abordagem deve também levar em conta o contexto educacional e cultural.

Outro aspecto importante da inteligência artificial é sua natureza transversal, pois integra conhecimentos de áreas como matemática, ciência da computação e neurobiologia para desenvolver sistemas capazes de aprender e se adaptar. No contexto do ensino de matemática, a IA pode utilizar algoritmos para identificar padrões nos erros dos estudantes e, assim, recomendar exercícios personalizados que atendam as suas necessidades específicas (Santos; Lima, 2021).

Segundo Holmes, Bialik e Fadel (2019), a IA pode apoiar a aquisição de habilidades do século XXI, que inclui pensamento crítico e resolução de problemas. Ainda, instiga aqueles que usam IA na educação a encorajar o treinamento de seus professores para que possam aplicar as ferramentas de forma eficaz em sua sala de aula (Giraffa; Santos, 2023). Assim, a transversalidade, a tratativa individualizada de dificuldades do aluno e a formação docente no que diz respeito a utilização da IA em sua prática pedagógica são aspectos que carecem de atenção e discussão.

Ainda, a IA está imbuída, de forma geral, de questões filosóficas sobre inteligência e aprendizagem. Dentre esses questionamentos, JIAO e Ouyang (2021) destacam a necessidade de prestar atenção aos limites da IA na educação. A IA pode ser um grande auxílio para o ensino de matemática, mas não será capaz de substituir a conversa humana, a afetividade no momento de interação de um professor.

Em termos práticos, a IA já está presente em inúmeras salas de aula por meio de plataformas educacionais bem conhecidas, como Khan Academy e

Duolingo, que usam algoritmos para personalizar o que os alunos aprendem. No ensino de matemática, por exemplo, a IA pode gerar conjuntos de exercícios adaptados ao ritmo individual, de forma a garantir que permaneçam engajados. Holmes, Bialik e Fadel (2019) indicam que a IA tem o potencial de democratizar a educação, e proporcionar recursos de alta qualidade a estudantes em contextos diversos. No entanto, Giraffa e Santos (2023) alertam para a necessidade de políticas públicas que garantam acesso equitativo a essas tecnologias. Logo, deve-se pensar em Políticas Públicas e Currículos que deem conta do uso da IA na Educação de forma igualitária, e especialmente, no que diz respeito ao currículo de matemática.

Ademais, o impacto da IA na educação tornou-se mais evidente nas últimas duas décadas, com a popularização de plataformas que utilizam algoritmos para personalizar o aprendizado. No ensino de matemática, sistemas baseados em IA podem criar sequências de exercícios que evoluem com o progresso do aluno, de forma a promover um maior engajamento. Ainda, para Jiao e Ouyang (2021) a criação de ambientes de aprendizado interativos, como jogos que ensinam conceitos geométricos também possibilitam o engajamento. Contudo, a dependência de dados levanta questões éticas, como a proteção da privacidade dos alunos, tema abordado por Holmes, Bialik e Fadel (2019).

Quadro 2 – Vertentes da Inteligência Artificial e o ensino de matemática

Vertentes da IAEd	Ferramentas	IAEnMa
IA simbólica (Jiao; Ouyang, 2021)	Tutores Inteligentes	Sistemas que fornecem soluções detalhadas para problemas algébricos, porém apresentava pouca flexibilidade (Woolf, 2010).
IA conexionista (Jiao; Ouyang, 2021)	Tutores Inteligentes / Plataformas adaptativas	Ferramentas capazes de identificar dificuldades específicas dos alunos, como problemas com frações, e de oferecer exercícios personalizados (Woolf, 2010).
IA generativa (Jiao; Ouyang, 2021)	<i>Chatbots</i>	Criação de problemas adaptativos, ajustados ao nível individual do estudante, de forma a abranger áreas como equações diferenciais e geometria (Woolf, 2010).

Fonte: Autores (2025)

Com relação às três principais vertentes descritas por Jiao e Ouyang (2021), conforme Quadro 2, a saber: (1) IA simbólica - regras e lógica; (2) IA conexionista - redes neurais e aprendizado de máquina, e (3) IA generativa – geração de novo conteúdo com base em dados; no contexto do ensino de matemática, pode-se

destacar que: (1) IA simbólica, caracterizada por sistemas que fornecem soluções detalhadas para problemas algébricos, porém apresentam pouca flexibilidade. (2) IA conexcionista trouxe o desenvolvimento de ferramentas capazes de identificar dificuldades específicas dos alunos, como problemas com frações, e de oferecer exercícios personalizados, incluindo tutores virtuais que proporcionavam *feedback* imediato e simulam problemas mais complexos. (3) IA generativa é responsável pela criação de problemas adaptativos, ajustados ao nível individual do estudante, abrangendo áreas como equações diferenciais e geometria. Essa evolução demonstra a crescente integração da IA como uma ferramenta efetiva para apoiar educadores e estudantes (Woolf, 2010).

Para Agirre (2024), há algumas possibilidades de colaboração da Inteligência Artificial Generativa (IAG) no ensino de matemática, dentre elas o chat da IAG pode ser utilizado como um tutor virtual de forma a fornecer explicações detalhadas sobre conceitos matemáticos ou uma guia para resolução de situações-problemas. Porém, não é recomendável que o aluno solicite respostas prontas, pois isto pouco contribuirá para sua formação. Dessa forma, a aprendizagem é fortalecida por meio da interação constante entre aluno, tecnologia, professor e outros autores que se façam necessário, e poderá contribuir com a autonomia e proatividade. Ainda, as respostas fornecidas pelo chat da IAG deverão ser analisadas pelos discentes de forma cuidadosa e crítica, e a formulação das questões para IAG deverá ser realizada adequadamente para que possam obter os melhores resultados.

Ainda, na educação matemática, a IA também é usada para propósitos específicos, como gerar tutores virtuais com os quais os estudantes poderão praticar e receber *feedback* individualizado. Essas abordagens de sistemas são capazes de replicar ambientes de aprendizado interativos, por exemplo, jogos para aprendizado de geometria. Jiao e Ouyang (2021) destacam que a inteligência artificial generativa pode ser aplicada na criação de conteúdos educativos inovadores, o que contribui para aumentar o engajamento dos estudantes.

Além disso, a importância da IA na educação decorre do fato de que pode facilitar e aprimorar o ensino. Em matemática, sistemas baseados em IA podem fornecer *feedback* instantâneo, um critério importante ao aprender conceitos complexos. Em seguida, a IA pode auxiliar os professores, e mitigar as tarefas administrativas, dando-lhes mais tempo para interagir com os alunos. Giraffa e Santos (2023) enfatizam o papel da formação de professores para garantir o uso eficiente da IA. Assim, a utilização da IA na educação, mas especificamente no ensino de matemática, depende da formação inicial e continuada docente, de forma que o professor possa usufruir dessas tecnologias em sua prática.

Adicionalmente, possibilita um ensino de matemática mais interativo e personalizado, adaptando-se às necessidades individuais dos alunos; entretanto, é importante considerar os riscos associados à automação excessiva, que pode reduzir a interação humana essencial no processo educativo (Sánchez-Martín *et al.*, 2021). Ainda, nas aulas de matemática, por exemplo, ao fornecer *feedback*

instantâneo aos alunos, poderá possibilitar que corrijam erros à medida que ocorram. No entanto, Giraffa e Santos (2023) alertam para a necessidade de uso ético da IA tendo em mente preocupações sobre privacidade dos dados e acesso igualitário. Então, em última instância, a IA envolve uma perspectiva tecnológica e social.

Além disso, os Tutores Inteligentes enquanto sistemas desenvolvidos para simular a interação com um instrutor humano, poderão oferecer explicações e *feedback* personalizados. Tais sistemas atuam como plataformas adaptativas, e ajustam o conteúdo conforme o ritmo e o nível de cada aluno, ao mesmo tempo em que empregam a análise de dados educacionais para identificar padrões no desempenho dos estudantes (Witzel; Bergner; Specht, 2016). No ensino de matemática, um Tutor Inteligente pode ajudar um aluno a resolver uma equação quadrática, e identificar erros de forma a sugerir estratégias.

Jiao e Ouyang (2021) ressaltam que esses sistemas, muitas vezes baseados em IA simbólica ou conexionista, são eficazes para ensinar conceitos estruturados. Por exemplo, plataformas como o Assistentes que oferecem tutoria em tempo real, e aumentam o engajamento. Contudo, Giraffa e Santos (2023) alertam que Tutores Inteligentes devem ser complementares ao trabalho do professor, para evitar a desumanização do ensino. Esses sistemas são uma ponte entre tecnologia e pedagogia.

Plataformas adaptativas, como Khan Academy e DreamBox, utilizam aprendizado de máquina para personalizar o aprendizado. No ensino de matemática, essas plataformas analisam o desempenho do aluno e ajustam a dificuldade dos exercícios, de forma a garantir que o conteúdo seja desafiador, mas acessível. Holmes, Bialik e Fadel (2019) destacam que a personalização aumenta a motivação e reduz a frustração, especialmente em disciplinas abstratas como matemática. Por exemplo, um aluno com dificuldades em frações pode receber exercícios focados nessa área. Jiao e Ouyang (2021) observam que a IA conexionista é a base dessas plataformas, permitindo adaptações em tempo real. Contudo, o acesso desigual a essas ferramentas é um desafio.

A análise de dados educacionais é outra aplicação poderosa da IA, e possibilita que professores e gestores identifiquem padrões no desempenho dos alunos. No ensino de matemática, sistemas de análise de dados podem detectar que uma turma tem dificuldades com estatística, e sugerir intervenções específicas.

Giraffa e Santos (2023) destacam que essa abordagem ajuda os professores a tomar decisões, e otimizam o ensino. Por exemplo, ferramentas como o Brightspace utilizam IA para monitorar o progresso dos alunos. Contudo, Holmes, Bialik e Fadel (2019) alertam que a coleta de dados levanta questões de privacidade e exigem políticas claras.

Além disso, no ensino de matemática, sistemas de correção automática podem avaliar respostas a problemas algébricos, e fornecer *feedback* detalhado. Holmes, Bialik e Fadel (2019) observam que a automação aumenta a eficiência, mas exige investimento em infraestrutura. Jiao e Ouyang (2021) destacam que a

IA deve ser usada para complementar o trabalho do professor, e não para substituí-lo. A integração dessas aplicações exige um equilíbrio entre tecnologia e humanização, especialmente em disciplinas como a matemática.

As aplicações da IA também levantam questões sobre equidade e inclusão. Embora Tutores Inteligentes e plataformas adaptativas possam democratizar o acesso a recursos educacionais, a dependência de tecnologia avançada pode excluir alunos de comunidades menos favorecidas. Giraffa e Santos (2023) alertam que políticas públicas são essenciais para garantir que todos os alunos tenham acesso a essas ferramentas. No ensino de matemática, isso significa investir em infraestrutura e formação docente. Holmes, Bialik e Fadel (2019) reforçam que a IA tem o potencial de reduzir desigualdades, mas apenas se implementada de forma inclusiva. A equidade é um desafio central.

Em síntese, as principais aplicações da IAEd, principalmente, no ensino de matemática são: tutores inteligentes, plataformas adaptativas, chatbots e análise de dados educacionais – que oferecem oportunidades únicas para transformar o ensino. Essas ferramentas promovem personalização, engajamento e eficiência, mas exigem uma implementação cuidadosa para abordar questões éticas e de equidade. As contribuições de Jiao e Ouyang (2021), Giraffa e Santos (2023) e Holmes, Bialik e Fadel (2019) fornecem uma base sólida para compreender essas aplicações. Logo, esta seção estabeleceu o contexto para encontrar os benefícios e os desafios da IA no ensino de matemática (IAEnMa).

6 Considerações finais

Este trabalho objetivava responder à pergunta norteadora e alcançar o objetivo geral delimitado, desta forma apresentou ao longo das seções o aporte teórico com a finalidade de obter êxito. Diante disso, pode-se inferir que a pergunta problema e o objetivo foram contemplados, uma vez que diferentes perspectivas teóricas do uso da Inteligência Artificial associadas à educação, especificamente, no ensino de matemática, foram apresentadas, de forma a contribuir com reflexões sobre sua aplicabilidade.

Nesse contexto, os benefícios quanto ao uso da IAEnMa encontrados foram: (1) fornecer explicações detalhadas sobre conceitos matemáticos ou uma guia para resolução de situações-problemas; (2) possibilitar maneiras de praticar e receber *feedback* individualizado; (3) permitir a criação de conteúdos educativos inovadores; (4) mitigar as tarefas administrativas, dando mais tempo ao professor para interagir com os alunos; (5) proporcionar um ensino de matemática mais interativo e personalizado, adaptando-se às necessidades individuais dos alunos; (6) possibilitar a correção de erros à medida que ocorram; (7) fornecer análise de dados educacionais para identificar padrões no desempenho dos estudantes; e (8) contribuir para o aumento do engajamento.

No que diz respeito aos desafios no uso da IAEnMa pode-se destacar: (1) necessidade de investimentos em infraestrutura tecnológica e a resistência cultural à adoção de novas ferramentas; (2) privacidade de dados e equidade; (3) falta de políticas públicas que garantam sua inclusão; (4) redefinição das habilidades necessárias; (5) reflexão quanto à relação entre professores, alunos e conhecimento no que tange, entre outros aspectos, à interação humana no processo educativo e a desumanização do ensino; (6) falta de Políticas Públicas e Currículos, em particular, Currículo de matemática; e (7) reflexões quanto à formação inicial e continuada docente de matemática.

Assim, há evidências que a IA pode beneficiar a educação de diversas maneiras, como: aprendizado personalizado, aumento do engajamento e a otimização de processos educacionais. Além disso, poderá democratizar a educação, e oferecer recursos equitativos e de alta qualidade para jovens em variados ambientes de aprendizagem. As Plataformas Adaptativas e Tutores Inteligentes poderão contribuir com a adaptação do material ao ritmo de aprendizagem de cada aluno, e assim tornar o ensino acessível e desafiador. Essa adaptação permite motivar os alunos e aliviar a frustração, especialmente, em assuntos abstratos. Ademais, a IA pode fornecer *feedback* instantâneo, o que é crucial para o aprendizado de matemática.

Além disso, a IA aumenta a interatividade com a ajuda de sistemas interativos, que incluem jogos, simulações e assim por diante. Na sala de aula de matemática, sistemas generativos baseados em IA podem criar problemas dinâmicos, como quebra-cabeças geométricos para tornar o aprendizado mais atraente. Ainda, a IA pode automatizar o trabalho organizacional — como a correção de testes — para que os professores possam usar seu tempo ao máximo na interação com os alunos.

A IA também pode ter um papel crucial no reconhecimento de lacunas de aprendizado por meio da análise de dados educacionais, e permitir aos professores identificar conteúdos que precisem de atenção extra. No entanto, é importante abordar os desafios éticos, de privacidade de dados, desigualdade de acesso e a necessidade de formação inicial e continuada dos docentes.

Além disso, o uso passivo de tecnologias de IA, para resolver problemas sem realmente entendê-los, coloca em risco o fortalecimento do pensamento crítico, uma parte igualmente crucial da matemática. Autores como Giraffa e Santos (2023) sugerem que os professores orientem os alunos a usar a IA como um auxílio, em vez de um novo hábito.

Como oportunidades futuras a IA na educação matemática surge com o potencial para revolucionar a educação digital por meio de plataformas adaptativas, IA generativa, avaliação exploratória e recomendações éticas. Esses desenvolvimentos podem levar a uma educação matemática melhor, mais interativa e mais inclusiva, que reflita as necessidades e interesses dos alunos no século XXI. Jiao e Ouyang (2021), Giraffa e Santos (2023) e Holmes, Bialik e Fadel (2019) acrescentam que a IA tem mudado a forma como os professores utilizam

práticas pedagógicas, especialmente naqueles casos de estruturas curriculares com pensamento lógico, por exemplo a matemática. Logo, trabalhos que desenvolvam pesquisas empíricas sobre a aplicação de Tutores Inteligentes, Plataformas adaptativas, uso da análise de dados educacionais em sala de aula de matemática são sugestões para futuras pesquisas.

Referências

AGUIRRE, U. J. C. Possibilidades entre a Educação Matemática e a Inteligência Artificial Generativa (IAG) em sala de aula. **IX Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**, 2024. Disponível em: <https://www.sbemrasil.org.br/eventos/index.php/sipem/article/view/453>. Acesso em: 20 mar. 2025.

BAKER, T.; SMITH, L.; ANISSA, N. **Educ-AI-tion Rebooted?** Exploring the future of artificial intelligence in schools and colleges. UK: Nesta, 2019.

CE – COMISSÃO EUROPEIA. **DigCompEdu**: Quadro Europeu de Competência Digital para Educadores. Universidade de Aveiro, 2018. Disponível em: https://area.dge.mec.pt/download/DigCompEdu_2018.pdf. Acesso em: 15 maio 2025.

DOMINGOS, P. **O algoritmo mestre**: como a busca por um algoritmo universal de aprendizado de máquina vai mudar nossas vidas. Rio de Janeiro: Alta Books, 2018.

EGENFELDT-NIELSEN, S.; HEIDE SMITH, J.; TORGENSEN, S. **Understanding video games**: the essential introduction. 3. ed. New York: Routledge, 2020.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIRAFFA, L.; KHOLS-SANTOS, P. Inteligência Artificial e Educação: conceitos, aplicações e implicações no fazer docente. **Educação em Análise**, Londrina, v. 8, n. 1, p. 116-134, 2023. DOI: <http://10.5433/1984-7939.2023v8n1p116>. Acesso em: 15 maio 2025.

HOLMES, W.; BIALIK, M.; FADEL, C. **Artificial intelligence in education**: promises and implications for teaching and learning. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019.

JIAO, P.; OUYANG, F. Artificial intelligence in education: the three paradigms. Computers and Education: **Artificial Intelligence**, [S.l.], v. 2, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X2100014X>. Acesso em: 15 maio 2025.

MacCARTHY, J. **What is artificial intelligence**, 2004. Disponível em: https://homes.di.unimi.it/borghese/Teaching/AdvancedIntelligentSystems/Old/IntelligentSystems_2005_2006/Documents/Symbolic/04_McCarthy_whatissai.pdf. Acesso em: 15 maio 2025.

PEREIRA, A.; LEHMANN, L.; OLIVEIRA, M. O. O desafio das tecnologias de inteligência artificial na educação: percepção e avaliação dos professores. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 113, p. 975-999, out./dez. 2021.

RICH, E.; KNIGHT, K. **Inteligência artificial**. 2. ed. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1994.

RUSSELL, S. **Inteligência artificial: uma abordagem moderna**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2022.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Artificial intelligence: a modern approach**. 3. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2010.

SANTOS, M. A.; LIMA, R. F. Aplicações da inteligência artificial na educação matemática: adaptação e personalização do ensino. **Revista Brasileira de Educação**, v. 26, n. 1, p. 45-60, 2021.

VICARI, R. M. **Tendências em inteligência artificial na educação no período de 2017 a 2030**. Brasília: SENAI, 2018.

WITZEL, S.; BERGNER, Y.; SPECHT, M. **Intelligent tutoring systems: concepts, methodologies, tools, and applications**. Hershey: IGI Global, 2016.

Submetido em: 12/10/25

Aprovado em: 20/10/25