

UMA VISÃO ABRANGENTE DA COMPUTAÇÃO

VOLUME 6
2026

ORGANIZADORES

Mirian Nunes de Carvalho Nunes
Thiago Santana de Oliveira
Ivone Ascar Sauáia Guimarães
Ewerton Ferreira Bastos
Tayssara Elizavieta Martins Varão
Wagner Elvio de Loiola Costa
Antonio Luís de Souto Filho



MIRIAN NUNES DE CARVALHO NUNES
THIAGO SANTANA DE OLIVEIRA
IVONE ASCAR SAUÁIA GUIMARÃES
EWERTON FERREIRA BASTOS
TAYSSARA ELIZAVIETA MARTINS VARÃO
WAGNER ELVIO DE LOIOLA COSTA
ANTONIO LUÍS DE SOUTO FILHO

(Organizadores)

UMA VISÃO ABRANGENTE DA COMPUTAÇÃO

VOLUME 6

EDITORA PASCAL

2026

Editor Chefe: Prof. Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho

Edição e Diagramação: Gláuber Tulio Fonseca Coelho

Edição de Arte: Gláuber Tulio Fonseca Coelho

Bibliotecária: Rayssa Cristhália Viana da Silva – CRB-13/904

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

Dr. André Leonardo Demaison Medeiros Maia

Dr. Will Ribamar Mendes Almeida

Dr. Saulo José Figueiredo Mendes

Dr. Othon Carvalho Bastos Filho

Dr. Moisés dos Santos Rocha

Drª Rita de Cássia Silva de Oliveira

Dr. Raimundo José Barbosa Brandão

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

N972u

Coletânea Uma visão abrangente da computação / Mirian Nunes de Carvalho Nunes et al. (Org). São Luís - Editora Pascal, 2026.

79 f. : il.: (Uma visão abrangente da computação; v. 6)

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-6068-228-3

D.O.I.: 10.5281/zenodo.22002680

1. Computação. 2. Inteligência artificial. 3. Computação forense. 4. Proteção de dados. I. Nunes, Mirian Nunes de Carvalho. II. Oliveira, Thiago Santana de. III. Guimarães, Ivone Ascar Sauáia. IV. Bastos, Ewerton Ferreira. V. Martins Varão, Tayssara Elizaviete. VI. Costa, Wagner Elvio de Loiola. Souto Filho, Antônio Luís de. VII. Título

CDU: 004::343.98

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

APRESENTAÇÃO

Esta edição da série “Uma visão abrangente da computação” é o resultado da seleção de vários artigos científicos publicados sobre a temática central da obra. Nesta edição são abordados temas como a influência e aplicações em Inteligência Artificial (IA), o uso da computação forense em crimes cibernéticos, uma abordagem sobre a importância da segurança da informação em banco de dados onde se encontram armazenadas diversas informações e uma análise sobre a implementação da lei geral de proteção de dados pessoais, assunto este bastante atual e em evidência em ambientes empresariais devido a sua grande importância. As áreas abordadas como a IA, segurança da informação e a lei geral de proteção de dados, a LGPD, os organizadores ressaltam a sua importância devido a sua grande relevância para a solução de problemas encontrados atualmente em ambientes empresariais.

Os autores desta série científica confirmam o valor dessas áreas da engenharia e ciência da computação e as soluções encontradas, mas principalmente vem reforçar a importância do tema de vanguarda e sua aplicabilidade, contribuindo para que as empresas e centros de pesquisa possam identificar projetos com o potencial de desenvolvimento de novas tecnologias e inovação para o futuro de novas aplicações e soluções de problemas empresariais.

Wagner Elvio de Loiola Costa

Mestre em engenharia elétrica

ORGANIZADORES

Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Pós-Graduada em Gestão Educacional pela Faculdades Integradas Potencial - FIP - Cotias - SP; em Arte, Educação e Tecnologias Contemporâneas pela Universidade de Brasília - UnB e em Docência do Ensino Superior pela Universidade Candido Mendes RJ. Graduada em Desenho Industrial pela Universidade Federal do Maranhão - UFMA. Graduada em Formação Pedagógica de Docentes para as áreas do Ensino Médio e Profissionalizante pela Universidade Estadual do Maranhão - UEMA. Exerço cargo de Professora na Faculdade Anhanguera São Luís - MA, ministrando disciplinas da área de Desenho Técnico em programas computacionais (AutoCAD, Inventor, REVIT). Atuo com apoio à Orientação de TCC. Atuei como Professora EaD pela UEMANET.

Thiago Santana de Oliveira

Bacharel em Engenharia Mecânica pelo Instituto Federal do Maranhão (2004), com mestrado em Engenharia de Materiais (2016), na mesma instituição. Atuou como profissional nas áreas de siderurgia e gerenciamento de frota de veículos e equipamentos a diesel, com bons conhecimentos nas ferramentas de gestão da manutenção e produção. Ministra aulas desde 2005, sendo a experiência inicial no ensino médio e técnico. Atualmente, trabalha no ensino superior, onde possui experiência de 10 anos, e técnico, ocupando os cargos de docente e coordenador de curso. Responsável pela organização de eventos na instituição e gestão de documentação dos cursos que coordeno. Possui importantes publicações na área.

Ivone Ascar Sauáia Guimarães

Possui graduação em Tecnologia em Processamento de Dados pelo Centro Universitário do Maranhão (2000), especialização em Gestão em Tecnologia e Negócios em Telecomunicações pela Universidade Estácio de Sá (2001) e Mestrado em Educação pela Universidade Católica de Brasília (2011), com pesquisa voltada à Educação a Distância como elemento de inclusão social. Atualmente cursa Licenciatura em Letras pelo Centro Universitário Claretiano, com conclusão prevista para 2025. Possui mais de 18 anos de experiência no ensino superior, atuando em diversos cursos de graduação, como Sistemas de Informação, Engenharias, Administração, Pedagogia, Radiologia e Turismo, ministrando disciplinas nas áreas de informática, tecnologia da informação, engenharia de software, metodologia científica e educação a distância. Atuou como docente na Universidade Ceuma (2003–2020) e na Faculdade Devry São Luís (2015–2017). Na Universidade Ceuma, integrou o Núcleo de Pesquisas em Sistemas e Tecnologia da Informação (NusTI) e participou de instâncias acadêmicas como NDE, Conselho de Curso, CEPE e CONSU. Possui experiência também como instrutora no SENAI, nas áreas de redes de computadores e lógica computacional. Atualmente desenvolve atividades de consultoria em normalização acadêmica, mentoria em trabalhos científicos, produção de conteúdo educacional e atuação como conteudista para instituições de ensino. Atua ainda como orientadora de projetos de MBA na XP Educação (IGTI), tutora na Uemanet e no Senar, e docente do curso de Ciência da Computação da Faculdade Anhanguera de São Luís, onde coordena o CodeFlow Collab Hub, iniciativa voltada à integração entre ensino, projetos acadêmicos e estágio na área de computação.

ORGANIZADORES

Ewerton Ferreira Bastos

Possui graduação em SISTEMA DE INFORMAÇÃO pela Universidade Ceuma (2010) e mestrado em Engenharia da Computação pela Universidade Estadual do Maranhão (2021). Atualmente é professor do curso de redes de computadores da Faculdade Laboro. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Sistemas de Informação, atuando principalmente nos seguintes temas: saúde, gestão, redes, resíduos. rup, poo, spring, hibernate e mvc. e medicamentos.

Tayssara Elizavieta Martins Varão

Realizei estágio supervisionado na PROCOMP INDUSTRIA ELETRONICA LTDA com atividades destinadas ao auxílio técnico e administrativo. Tenho por área de atuação a área Técnica em Eletrotécnica e Engenharia Elétrica. Desenpenhei trabalho instrutora em escola técnica (LED Cursos técnicos e profissionalizantes) entre os anos de 2011e 2019. Concu-mitante a isso, exerci empreendedorismo no ramo alimentício até o ano de 2020, quando migrei ao ensino superior na então Faculdade Pitágoras, atual Anhanguera, onde leciono atualmente.

Wagner Elvio de Loiola Costa

Doutorando em Engenharia Elétrica com ênfase na área de Automação e Controle no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Maranhão (PPGEE/CCET/UFMA). Mestre em Engenharia Elétrica com ênfase em Ciência da Computação pela Universidade Federal do Maranhão. Graduação em Engenharia de Elétrica pela Universidade Federal do Maranhão, graduação em Formação Pedagógica em Matemática pela Faculdade PITÁGORAS-São Luís-MA. Técnico laboratório de redes de computadores da Universidade Federal do Maranhão , professor da Faculdade Anhangue-ra São Luís-MA. Tem experiência na área de Ciência da Computação, com ênfase em Arquitetura de Sistemas de Computação, atuando principalmente nos seguintes temas: redes de computadores, energia elétrica, iot, zabbix e segurança da informação.

Antonio Luís de Souto Filho

Possui graduação em MATEMÁTICA LICENCIATURA pela Universidade Federal do Maranhão (2002), com monografia na área de Topologia: Um teorema sobre Métricas”; tem Especialização em Álgebra, com monografia em Teoria dos Números: O ANEL DOS INTEI-ROS GUASSIANOS, também pela Universidade Federal do Maranhão e Mestrado Profissional em Matemática também pela Universidade Federal do Maranhão, cuja Dissertação na área de Teoria dos Números: O TEOREMA CHINÊS DOS RESTOS.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	9
BANCO DE DADOS VETORIAIS EM APLICAÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENE- RATIVA: UMA ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES E DESAFIOS NA BUSCA SEMÂNTICA	
<i>João Batista Ferreira Neto</i>	
<i>Wagner Elvio de Loiola Costa</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 2.....	17
ANÁLISE COMPARATIVA DE ARQUITETURAS DE BANCO DE DADOS SQL E NOSQL PARA O PROCESSAMENTO DE DADOS DA MISSÃO GAIA	
<i>Ivone Ascar Sauáia Guimarães</i>	
<i>Marcos Murilo de Sousa Brusaca</i>	
CAPÍTULO 3.....	27
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA A JOGOS DIGITAIS	
<i>Roberto Fonseca Licá Junior</i>	
<i>Mirian de Carvalho</i>	
CAPÍTULO 4	37
JOGOS DIGITAIS EDUCACIONAIS INTEGRADOS À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO PRO- CESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM	
<i>Dhiogo Araújo de Santana</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Neves</i>	
<i>Ivone Ascar Sauáia Guimarães</i>	
CAPÍTULO 5.....	45
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E EDUCAÇÃO: DILEMAS ÉTICOS E IMPACTOS NA FORMAÇÃO	
<i>Elinaldo Pereira Viegas</i>	
<i>Tayssara Elizavieta Martins Varão</i>	
<i>Mirian Nunes de Carvalho Nunes</i>	
CAPÍTULO 6.....	54
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E COGNIÇÃO: ANÁLISE DOS EFEITOS DA DEPENDÊNCIA TECNOLÓGICA SOBRE HABILIDADES COGNITIVAS	
<i>Pedro Eduardo Aragão Costa</i>	
<i>Wagner Elvio de Loiola Costa</i>	
CAPÍTULO 7.....	62
IMPACTO DA IA NA EDUCAÇÃO: PERSONALIZAÇÃO E ÉTICA	
<i>Thiago Lindoso Ferreira</i>	
<i>Tayssara Elizavieta Martins Varão</i>	

CAPÍTULO 870
OS EFEITOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO MEIO ACADÊMICO

Hugo Luis Abreu da Silva

Tayssara Elizavieta Martins Varão

1

**BANCO DE DADOS VETORIAIS EM APLICAÇÕES
DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA:
UMA ANÁLISE DAS CONTRIBUIÇÕES E
DESAFIOS NA BUSCA SEMÂNTICA**

*VECTOR DATABASES IN GENERATIVE ARTIFICIAL
INTELLIGENCE APPLICATIONS: AN ANALYSIS OF THE
CONTRIBUTIONS AND CHALLENGES IN SEMANTIC SEARCH*

João Batista Ferreira Neto
Wagner Elvio de Loiola Costa
Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

A evolução da Inteligência Artificial Generativa tem impulsionado a necessidade de soluções mais eficientes para armazenamento e recuperação de dados, especialmente em contextos que exigem compreensão semântica. Nesse cenário, os bancos de dados vetoriais emergem como uma alternativa relevante, permitindo consultas baseadas em similaridade e contexto, em contraste com os métodos tradicionais. O presente estudo teve como objetivo analisar o uso de bancos de dados vetoriais em aplicações de Inteligência Artificial Generativa, destacando suas principais contribuições, limitações e tendências atuais. Para isso, foi adotada uma abordagem metodológica de natureza qualitativa, por meio de revisão bibliográfica descritiva, com análise de artigos científicos, teses e livros publicados principalmente entre 2020 e 2025, em bases como Google Scholar, SciELO, IEEE Xplore e ACM Digital Library. Os trabalhos selecionados foram organizados em categorias temáticas relacionadas a conceitos fundamentais de bancos vetoriais, aplicações em Inteligência Artificial Generativa, arquiteturas Retrieval-Augmented Generation (RAG), métricas de avaliação e desafios técnicos. Os resultados evidenciam que os bancos vetoriais desempenham papel fundamental em arquiteturas como Retrieval-Augmented Generation, contribuindo para maior precisão e relevância das respostas geradas. Além disso, verificou-se que soluções híbridas, combinando bancos relacionais e vetoriais, apresentam potencial significativo para aplicações corporativas e sistemas inteligentes. Entretanto, desafios como custos de implementação, escalabilidade, ausência de padronização e questões de segurança ainda limitam sua ampla adoção. Conclui-se que, apesar das limitações, os bancos de dados vetoriais representam uma tecnologia promissora, com grande potencial para aprimorar sistemas de busca semântica e fortalecer aplicações baseadas em Inteligência Artificial Generativa.

Palavras-chave: Busca semântica. Bancos vetoriais. Embeddings. Recuperação de informação. Inteligência artificial generativa.

Abstract

The evolution of Generative Artificial Intelligence has driven the need for more efficient solutions for data storage and retrieval, especially in contexts that require semantic understanding. In this scenario, vector databases emerge as a relevant alternative, allowing queries based on similarity and context, in contrast to traditional methods. The present study aimed to analyze the use of vector databases in Generative Artificial Intelligence applications, highlighting their main contributions, limitations, and current trends. To this end, a qualitative methodological approach was adopted, through a descriptive bibliographic review, with analysis of scientific articles, theses, and books published mainly between 2020 and 2025, in databases such as Google Scholar, SciELO, IEEE Xplore, and ACM Digital Library. The selected works were organized into thematic categories related to fundamental concepts of vector databases, applications in Generative Artificial Intelligence, Retrieval-Augmented Generation (RAG) architectures, evaluation metrics, and technical challenges. The results show that vector databases play a fundamental role in architectures such as Retrieval Augmented Generation, contributing to greater accuracy and relevance of the generated responses. In addition, it was found that hybrid solutions, combining relational and vector databases, have significant potential for enterprise applications and intelligent systems. However, challenges such as implementation costs, scalability, lack of standardization, and security issues still limit their widespread adoption. It is concluded that, despite the limitations, vector databases represent a promising technology with great potential to improve semantic search systems and strengthen applications based on Generative Artificial Intelligence.

Keywords: Semantic search. Vector databases. Embeddings. Information retrieval. Generative artificial intelligence.

1 INTRODUÇÃO

A evolução da Inteligência Artificial Generativa tem promovido transformações significativas na forma como dados e informações são produzidos, organizados e interpretados, exigindo soluções mais avançadas para lidar com grandes volumes de conteúdo e com a necessidade de compreensão semântica. Nesse contexto, os métodos tradicionais de armazenamento e recuperação de dados mostram-se limitados, sobretudo em aplicações que demandam interpretação contextual, impulsionando o desenvolvimento de novas abordagens tecnológicas voltadas à representação vetorial das informações.

Diante desse cenário, os bancos de dados vetoriais emergem como uma alternativa relevante, permitindo o armazenamento de dados em alta dimensionalidade por meio de *embeddings* e possibilitando consultas baseadas em similaridade. Essa característica favorece avanços em aplicações como sistemas de recomendação, motores de busca inteligentes e modelos de Inteligência Artificial Generativa, especialmente em arquiteturas que integram mecanismos de recuperação de informação com geração de conteúdo.

A relevância científica deste estudo fundamenta-se na crescente adoção dos bancos de dados vetoriais em diferentes áreas, bem como na necessidade de compreender, de forma sistematizada, suas contribuições e limitações no contexto da Inteligência Artificial Generativa. Apesar dos avanços tecnológicos, ainda persistem lacunas relacionadas à padronização, escalabilidade, desempenho e segurança, aspectos que impactam diretamente a consolidação dessa tecnologia em ambientes acadêmicos e corporativos.

No que se refere à relevância social, destaca-se o impacto direto da utilização de bancos de dados vetoriais em aplicações amplamente empregadas na sociedade, como sistemas de recomendação, assistentes virtuais e ferramentas de apoio à decisão. A melhoria na precisão e na qualidade dessas soluções contribui para o acesso à informação, otimização de processos e suporte à tomada de decisão em diferentes setores.

Nesse sentido, o problema de pesquisa que norteia este estudo consiste em compreender como os bancos de dados vetoriais auxiliam na melhoria da busca semântica em aplicações de Inteligência Artificial Generativa, bem como identificar quais limitações técnicas, financeiras e de segurança ainda dificultam sua implementação em larga escala.

Diante disso, o objetivo geral deste trabalho é analisar, por meio de revisão bibliográfica, o uso de bancos de dados vetoriais em aplicações de Inteligência Artificial Generativa, destacando suas contribuições, limitações e tendências. Para alcançar esse propósito, busca-se revisar os conceitos fundamentais relacionados aos bancos vetoriais e *embeddings*, identificar aplicações práticas descritas na literatura, discutir métricas de avaliação em arquiteturas *Retrieval-Augmented Generation*, comparar benefícios e desafios entre diferentes abordagens de bancos de dados e apontar tendências futuras e lacunas de pesquisa.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

Tratou-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, caracterizada como revisão bibliográfica descritiva, realizada por meio da análise de artigos científicos, livros, dissertações, teses e demais publicações digitais relacionadas ao tema. O recorte temporal priorizou estudos publicados entre 2020 e 2025, sem excluir obras relevantes anteriores. A coleta de dados foi realizada no período de janeiro a março de 2026, em bases de dados acadêmicas, como Google Scholar, SciELO, IEEE Xplore e ACM Digital Library.



O desenvolvimento ocorreu em etapas, iniciando-se com o levantamento do material nas bases mencionadas. Em seguida, realizou-se a leitura e análise dos conteúdos selecionados, considerando critérios como acesso integral e revisão por pares.

Inicialmente, foram identificados aproximadamente 120 trabalhos relacionados ao tema nas bases de dados consultadas. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram selecionados 38 estudos para composição da revisão bibliográfica, considerando sua relevância científica, aderência ao tema e atualidade.

Foram adotados como critérios de inclusão artigos publicados em língua portuguesa e inglesa, com acesso integral e revisão por pares. Por outro lado, foram excluídos resumos, materiais sem rigor científico, publicações duplicadas e estudos que não apresentavam relação direta com aplicações de Inteligência Artificial Generativa e busca semântica.

As buscas foram realizadas com base em descritores como “bancos de dados vetoriais”, “busca semântica”, “*embeddings*”, “recuperação aumentada por geração” e “Inteligência Artificial Generativa”.

Para organização da análise, os estudos selecionados foram categorizados em cinco grupos temáticos: a) conceitos fundamentais de bancos vetoriais; b) aplicações em Inteligência Artificial Generativa; c) arquiteturas Retrieval-Augmented Generation (RAG); d) métricas de avaliação; e) desafios técnicos e tendências futuras.

Essa categorização permitiu uma análise sistemática da literatura, favorecendo a identificação das principais contribuições, limitações e perspectivas relacionadas ao tema.

2.2 Resultados e Discussão

A análise da literatura evidencia que a Inteligência Artificial Generativa tem se consolidado como uma das principais áreas de avanço tecnológico contemporâneo, impulsionada pelo desenvolvimento de modelos de linguagem de grande porte capazes de produzir conteúdos complexos de forma automatizada. Nesse cenário, os bancos de dados vetoriais emergem como componentes essenciais para o funcionamento dessas aplicações, sobretudo por sua capacidade de armazenar e recuperar informações com base em similaridade semântica.

Diferentemente dos bancos de dados tradicionais, que operam por correspondência exata de termos, os bancos vetoriais permitem a representação de dados em alta dimensionalidade, favorecendo consultas baseadas em similaridade semântica. Contudo, embora essa abordagem apresente vantagens significativas em aplicações de recuperação contextualizada, sua eficiência depende diretamente da qualidade dos embeddings utilizados, da estratégia de indexação adotada e da infraestrutura computacional disponível (Pan; Wang; Li, 2023).

Os estudos de Pan, Wang e Li (2023), Taipalus, Junttila e Manner (2024) e Zhong et al. (2025) demonstram que os embeddings desempenham papel central nesse processo, uma vez que possibilitam a transformação de dados não estruturados, como textos e imagens, em vetores numéricos. Essa representação permite que algoritmos calculem a proximidade semântica entre diferentes elementos, tornando as buscas mais eficientes e alinhadas à intenção do usuário.

Segundo Taipalus, Junttila e Manner (2024), essa abordagem representa uma mudança significativa nos paradigmas de recuperação de informação, pois prioriza a relevância contextual em detrimento da simples correspondência sintática, impactando diretamente a qualidade dos sistemas baseados em Inteligência Artificial.

2.2.1 Comparação entre modelos de bancos de dados

A literatura demonstra que diferentes modelos de bancos de dados apresentam características específicas que influenciam diretamente sua aplicabilidade em sistemas de Inteligência Artificial Generativa. Nesse contexto, torna-se relevante compreender as diferenças entre bancos relacionais, NoSQL, bancos de séries temporais, bancos vetoriais e soluções híbridas.

Os bancos de dados relacionais destacam-se pela consistência transacional, integridade referencial e estrutura organizada em tabelas. Entretanto, apresentam limitações em aplicações que demandam recuperação semântica, uma vez que operam predominantemente por correspondência exata de termos e consultas estruturadas.

Por outro lado, os bancos NoSQL oferecem maior flexibilidade para armazenamento de dados não estruturados e escalabilidade horizontal, sendo amplamente utilizados em aplicações distribuídas. Apesar disso, muitos sistemas NoSQL ainda apresentam limitações quanto à capacidade de realizar buscas semânticas complexas de forma nativa.

Os bancos de séries temporais são especializados no armazenamento e análise de dados sequenciais ao longo do tempo, sendo amplamente empregados em monitoramento e Internet das Coisas. Contudo, sua estrutura é otimizada para consultas cronológicas, não sendo projetada especificamente para recuperação baseada em similaridade semântica.

Já os bancos de dados vetoriais permitem o armazenamento de embeddings em alta dimensionalidade, possibilitando consultas baseadas em proximidade semântica. Essa característica os torna especialmente adequados para aplicações de Inteligência Artificial Generativa, sistemas de recomendação e arquiteturas Retrieval-Augmented Generation.

Entretanto, embora os bancos vetoriais apresentem vantagens significativas em tarefas de busca semântica, sua superioridade não ocorre em todos os contextos. Em aplicações que exigem forte consistência transacional, operações financeiras ou consultas altamente estruturadas, os bancos relacionais ainda demonstram maior eficiência e confiabilidade.

Nesse cenário, soluções híbridas têm ganhado destaque ao combinar capacidades relacionais tradicionais com mecanismos de busca vetorial. Segundo Pan, Wang e Li (2023), essa integração permite unir desempenho transacional, flexibilidade estrutural e recuperação semântica.

Além disso, observa-se que a aplicação dos bancos de dados vetoriais em arquiteturas Retrieval-Augmented Generation (RAG), originalmente propostas por Lewis et al. (2020), tem se destacado como uma das principais estratégias para aprimorar a qualidade das respostas geradas por sistemas de Inteligência Artificial.

Nesse modelo, o sistema realiza uma busca prévia em um banco vetorial para recuperar informações relevantes, posteriormente utilizadas como base para a geração de respostas pelo modelo de linguagem. Esse processo contribui para reduzir respostas imprecisas ou inconsistentes, aumentando a confiabilidade dos sistemas (Yu et al., 2024).

Estudos como os de Cheng et al. (2025) indicam que a integração entre bancos vetoriais e modelos generativos tem ampliado significativamente as possibilidades de aplicação da Inteligência Artificial em diferentes áreas, como educação, saúde, atendimento automatizado e análise de dados.

Outro ponto relevante identificado na literatura refere-se ao desempenho dos sistemas que utilizam bancos de dados vetoriais em larga escala. Segundo Johnson, Douze e Jégou (2021), a utilização de técnicas avançadas de indexação e busca aproximada, como



Approximate Nearest Neighbors (ANN), possibilita consultas eficientes mesmo em bases de dados com bilhões de vetores.

Entretanto, apesar dos benefícios identificados, a literatura também evidencia diversos desafios associados ao uso de bancos de dados vetoriais. Um dos principais pontos críticos refere-se aos custos de implementação e manutenção dessas tecnologias. Segundo Zhang et al. (2024), a escalabilidade dos sistemas ainda representa um desafio significativo, principalmente em cenários que envolvem grandes volumes de dados e necessidade de atualização constante.

Além disso, a ausência de padronização entre as diferentes soluções disponíveis é apontada como uma limitação relevante. Conforme destacado por Zhong et al. (2025), a diversidade de ferramentas e arquiteturas dificulta a interoperabilidade entre sistemas, aumentando a complexidade de desenvolvimento.

Outro aspecto crítico refere-se à segurança e privacidade dos dados, uma vez que a manipulação de embeddings pode expor informações sensíveis se não houver mecanismos adequados de proteção.

A literatura também destaca a importância das métricas de avaliação no contexto da Recuperação Aumentada por Geração, especialmente diante da necessidade de garantir a qualidade, relevância e fidelidade das respostas geradas por modelos de linguagem.

Estudos como o de Es et al. (2024) propõem abordagens automatizadas de avaliação, como o framework RAGAs, que considera dimensões como consistência factual, relevância da recuperação e coerência da resposta.

Outro ponto discutido refere-se à comparação entre bancos de dados vetoriais dedicados e bancos relacionais com suporte a vetores. Conforme apontado por Pan, Wang e Li (2023), soluções híbridas têm se mostrado promissoras, pois combinam a robustez dos sistemas relacionais tradicionais com as capacidades semânticas dos bancos vetoriais.

Diante dos achados, observa-se que os bancos de dados vetoriais desempenham papel estratégico no avanço da Inteligência Artificial Generativa, especialmente no suporte a sistemas baseados em RAG e em aplicações que demandam compreensão semântica avançada.

3 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar o uso de bancos de dados vetoriais em aplicações de Inteligência Artificial Generativa, com foco em suas contribuições, limitações e desafios no contexto da busca semântica.

A partir da revisão da literatura, foi possível compreender que essa tecnologia desempenha papel central na evolução dos sistemas inteligentes, especialmente ao viabilizar a representação semântica dos dados por meio de embeddings e a recuperação de informações baseada em similaridade.

No que se refere ao problema de pesquisa, verificou-se que os bancos de dados vetoriais contribuem significativamente para a melhoria do desempenho e da precisão de sistemas de Inteligência Artificial Generativa, sobretudo quando integrados a arquiteturas Retrieval-Augmented Generation.

Entretanto, apesar dos avanços identificados, a análise evidenciou que a consolidação dos bancos de dados vetoriais ainda enfrenta desafios relevantes. Entre eles, destacam-se

os altos custos de implementação, a necessidade de infraestrutura computacional robusta, a ausência de padronização e as limitações relacionadas à segurança e privacidade dos dados.

Outro aspecto relevante refere-se às métricas de avaliação em sistemas baseados em RAG. Observou-se que a avaliação da qualidade das respostas geradas não se limita ao conteúdo final produzido pelo modelo, mas envolve também a análise da relevância e precisão dos dados recuperados.

Além disso, observa-se que a adoção de bancos de dados vetoriais não implica necessariamente a substituição completa dos modelos tradicionais de armazenamento, mas sim uma tendência de integração entre diferentes arquiteturas de dados. Dessa forma, o cenário atual aponta para a consolidação de soluções híbridas, capazes de combinar desempenho transacional, flexibilidade estrutural e recuperação semântica avançada.

No que tange às limitações deste estudo, destaca-se o fato de se tratar de uma revisão bibliográfica, o que restringe a análise à produção científica existente, sem a realização de experimentações práticas ou validações empíricas.

Diante disso, recomenda-se que pesquisas futuras explorem abordagens experimentais, comparando o desempenho de diferentes bancos de dados vetoriais em cenários reais, bem como investiguem estratégias para padronização, otimização de algoritmos de busca e aprimoramento de mecanismos de segurança e privacidade.

Por fim, conclui-se que os bancos de dados vetoriais representam uma inovação estratégica no contexto da Inteligência Artificial Generativa, com grande potencial para transformar a forma como as informações são armazenadas, recuperadas e utilizadas.

REFERÊNCIAS

- CHENG, Mingyue; LI, Xiang; LIU, Jiacheng; YUAN, Jiarui; WANG, Zeyu; HUANG, Zheng; SHEN, Kevin; SUI, Yuxiang; LI, Ruidong; GU, Yuxuan; WU, Le; GE, Jiazheng; HE, Zhenya; CHEN, Enhong. A survey on knowledge-oriented retrievalaugmented generation. 2025. Disponível em: ARXIV: <https://arxiv.org/abs/2503.10677>. Acesso em: 21 set. 2025.
- ES, Shahul; JALAN, Jithin; GREGORIOU, Christos; KARIAMPURATH, Jithin; ANAND, Prateek; ALAM, Thauseef; SHAH, Jigar. RAGAs: automated evaluation of retrievalaugmented generation. In: EUROPEAN CHAPTER OF THE ASSOCIATION FOR COMPUTATIONAL LINGUISTICS (EACL), 2024, St. Julian's. Proceedings [...]. St. Julian's: EACL, 2024. Disponível em: ACL ANTHOLOGY: <https://aclanthology.org/2024.eacl-demo.16/>. Acesso em: 21 set. 2025.
- JOHNSON, Jeff; DOUZE, Matthijs; JÉGOU, Hervé. Billion-scale similarity search with GPUs. IEEE Transactions on Big Data, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 535-547, 2021. Disponível em: IEEE XPLORE: <https://doi.org/10.1109/TBDATA.2019.2921572>. Acesso em: 21 set. 2025.
- KARPUKHIN, Vladimir; OLOGEANU, Barlas; JONES, Michael; LAL, Pradeep; SHEN, Yichao; WU, Ledell; CHANG, Kai-Wei; CHO, Kyunghyun; MANNING, Christopher D. Dense passage retrieval for open-domain question answering. 2020. Disponível em: ARXIV: <https://arxiv.org/abs/2004.04906>. Acesso em: 21 set. 2025.
- LEWIS, Patrick; PEREZ, Ethan; PIKTUS, Aleksandra; PETRONI, Fabio; PETRUKHIN, Vladimir; GOYAL, Naman; KÜTTLER, Heinrich; LEWIS, Mike; YIH, Wen-tau; ROCKTÄSCHEL, Tim; RIEDEL, Sebastian; KIEVLA, Douwe. Retrievalaugmented generation for knowledge-intensive NLP tasks. In: Advances in Neural Information Processing Systems, 2020. Disponível em: ARXIV: <https://arxiv.org/abs/2005.11401>. Acesso em: 21 set. 2025.
- PAN, James Jie; WANG, Jianguo; LI, Guoliang. Survey of vector database management systems. 2023. Disponível em: ARXIV: <https://arxiv.org/abs/2310.14021v1>. Acesso em: 21 set. 2025.
- TAIPALUS, Toni; JUNTILA, Tommi; MANNER, Jukka. Vector database management systems: fundamental concepts, use-cases, and current challenges. Information Systems, [S.l.], v. 118, p. 102381, 2024. Disponível em: SCIEDIRECT: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389041724000093>. Acesso em: 21 set. 2025.

YU, Hao; GAN, Yifan; ZHANG, Ning; ZHANG, Jinyuan; SU, Jinbao; SHEN, Kevin; HUANG, Zheng; SUI, Yuxiang; LI, Ruidong; GU, Yuxuan; WU, Le; GE, Jiazheng; HE, Zhenya; CHEN, Enhong. Evaluation of retrieval-augmented generation: a survey. 2024. Disponível em: ARXIV: <https://arxiv.org/abs/2405.07437v1>. Acesso em: 21 set. 2025.

ZHANG, Shuai; LI, Jinfeng; WANG, Jianguo; LI, Guoliang. Benchmarking vector databases for large-scale AI applications. Proceedings of the VLDB Endowment, [S.l.], v. 17, n. 6, p. 1203-1216, 2024. Disponível em: VLDB ENDOWMENT: <https://doi.org/10.14778/3651889.3651900>. Acesso em: 21 set. 2025.

ZHONG, Ruiqi; LI, Jinfeng; PAN, James Jie; WANG, Jianguo; LI, Guoliang. Vector search in practice: comparing modern libraries and databases. ACM Computing Surveys, [S.l.], v. 57, n. 3, p. 1-36, 2025. Disponível em: ACM DIGITAL LIBRARY: <https://doi.org/10.1145/3642178>. Acesso em: 21 set. 2025.

2

ANÁLISE COMPARATIVA DE ARQUITETURAS DE BANCO DE DADOS SQL E NOSQL PARA O PROCESSAMENTO DE DADOS DA MISSÃO GAIA

*COMPARATIVE ANALYSIS OF SQL AND NOSQL DATABASE
ARCHITECTURES FOR GAIA MISSION DATA PROCESSING*

Ivone Ascar Sauáia Guimarães
Marcos Murilo de Sousa Brusaca

Resumo

O avanço da astronomia moderna, impulsionado por missões como a Gaia, gerou um volume de dados sem precedentes, estabelecendo o cenário de dados armazenados em excesso (Big Data astronômico). Este trabalho apresenta uma análise de paradigmas de armazenamento (SQL e NoSQL) voltada para catálogos astronômicos de grande volume, com ênfase na Missão GAIA, investigando os modelos relacionais tradicionais para soluções de alta escalabilidade. O objetivo geral consiste em analisar a viabilidade dos paradigmas de armazenamento para o gerenciamento eficiente de catálogos astronômicos de grande volume. A metodologia fundamentou-se em uma pesquisa bibliográfica e documental, com o levantamento de informações de desempenho e estudos de caso de missões espaciais contemporâneas. Os resultados indicam que, embora o modelo relacional garanta a integridade referencial, apresenta gargalos significativos de escalabilidade horizontal e tempo de resposta ao ultrapassar a marca de centenas de terabytes. Em contrapartida, as arquiteturas NoSQL demonstram maior eficiência na manipulação de séries temporais e dados astrométricos de larga escala. Conclui-se que a escolha da arquitetura deve equilibrar a consistência dos dados com a necessidade da alta disponibilidade, sendo a adoção de modelos não relacionais ou híbridos uma tendência técnica necessária para sustentar a evolução dos catálogos astronômicos globais e a viabilidade de pesquisas científicas futuras.

Palavras-chave: SQL, NoSQL, GAIA, Astronomia, Dados.

Abstract

The advancement of modern astronomy, driven by missions such as Gaia, has generated an unprecedented volume of data, shaping the landscape of astronomical Big Data. This work presents an analysis of storage paradigms (SQL and NoSQL) focused on large-volume astronomical catalogs, with an emphasis on the Gaia Mission, investigating traditional relational models for high-scalability solutions. The general objective is to analyze the viability of these storage paradigms for the efficient management of large-volume astronomical catalogs. The methodology was based on a literature and documentary review, gathering performance data and case studies from contemporary space missions. The results indicate that although the relational model ensures referential integrity, it presents significant bottlenecks regarding horizontal scalability and response times when exceeding the threshold of hundreds of terabytes. In contrast, NoSQL architectures demonstrate greater efficiency in handling time series and large-scale astrometric data. It is concluded that the choice of architecture must balance data consistency with the need for high availability, making the adoption of non-relational or hybrid models a necessary technical trend to sustain the evolution of global astronomical catalogs and the viability of future scientific research.

Keywords: SQL; NoSQL; Gaia; Astronomy; Data.

1 INTRODUÇÃO

A astronomia, ciência voltada ao estudo da composição e evolução do universo, tornou-se um campo orientado a dados. Diferente das antigas observações manuais, de registro limitado e lento, o atual estágio tecnológico permitiu a captura de volumes informacionais massivos em curtos intervalos de tempo. Essa transição digital substituiu os registros puramente manuais por sistemas complexos, capazes de processar milhares de medições em poucas horas.

Nesse cenário, o telescópio Gaia, da European Space Agency (ESA), ilustrou essa realidade: entre 2014 e 2025, o projeto realizou mais de três trilhões de observações espaciais. O volume sem precedentes de dados gerados por missões como essa levantou o desafio crucial do armazenamento eficiente e do acesso rápido às informações. Tais fatores configuraram um problema central para a comunidade científica, exigindo infraestruturas computacionais robustas.

Tais volumes de dados foram estruturados em catálogos astronômicos, inventários sistemáticos que agruparam objetos celestes por características afins. Exemplos notáveis incluíram o Catálogo Gaia, focado em estrelas, e o Messier, voltado a nebulosas e galáxias. Sem essa organização lógica, o processamento de informações tornou-se ineficiente, o que comprometeu a agilidade das descobertas e o avanço dos estudos científicos na área.

O gerenciamento eficiente de grandes catálogos astronômicos dependeu da escolha de infraestruturas tecnológicas que suportassem o crescimento contínuo de dados. Nesse cenário, questionou-se: de que forma a modelagem e a arquitetura de bancos de dados poderiam aprimorar o armazenamento, o processamento e o acesso às informações contidas nesses registros?

O objetivo geral deste trabalho foi: analisar a viabilidade dos paradigmas de armazenamento para o gerenciamento eficiente de catálogos astronômicos. Foco que foi alcançado através dos objetivos específicos: examinar a aplicabilidade de modelos de bancos de dados relacionais (SQL); aplicabilidade de modelos de bancos de dados não-relacionais (NoSQL); avaliar, com base na literatura, a escalabilidade, o desempenho de consulta e a flexibilidade de esquema dos modelos de dados.

A análise desses paradigmas justifica-se pela necessidade de otimizar o processamento de grandes catálogos, garantindo que a infraestrutura tecnológica acompanhe a velocidade das descobertas astrofísicas. Cientificamente, o estudo contribui para a identificação de arquiteturas de alto desempenho, enquanto socialmente promove a democratização do acesso à ciência ao permitir que pesquisadores explorem dados massivos de forma ágil e global.

Para sanar o questionamento apresentado, o presente estudo analisou a viabilidade de modelos e arquiteturas de bancos de dados voltados ao gerenciamento de catálogos astronômicos massivos. Nesse sentido, realizou-se uma investigação técnica entre as abordagens SQL e NoSQL, verificando em literatura especializada os critérios de desempenho, escalabilidade e flexibilidade de cada paradigma.

O artigo fundamentou-se na apresentação de conceitos sobre catálogos astronômicos e seus atributos. Na sequência, examinaram-se as propriedades técnicas dos sistemas SQL e NoSQL, destacando as funcionalidades voltadas ao tratamento de grandes volumes de dados. A pesquisa culminou na análise comparativa dessas arquiteturas, visando identificar a solução mais adequada ao cenário proposto.



2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia adotada para a realização deste trabalho consistiu em uma revisão bibliográfica, caracterizada como uma pesquisa qualitativa e descritiva. O método fundamentou-se na análise de fontes secundárias, como artigos científicos, livros e dissertações, visando sustentar a fundamentação teórica e a análise comparativa do estudo. A investigação pautou-se na interpretação de dados já publicados, sem a realização de intervenções ou experimentações diretas.

Para a coleta do referencial, utilizaram-se as bases de dados acadêmicas Google Acadêmico e SciELO, selecionadas devido à ampla cobertura e relevância científica para a temática proposta. A busca, realizada entre os meses de dezembro de 2025 à fevereiro de 2026, restringiu-se a publicações editadas entre os anos de 2016 e 2026, com o intuito de contemplar os avanços mais recentes nos campos do Big Data e da astronomia.

Os critérios de inclusão incorporam artigos, dissertações e livros que abordaram o tema de forma técnica, enquanto os critérios de exclusão descartaram resumos expandidos e materiais de caráter não científico. A pesquisa foi conduzida mediante o uso dos descritores: “catálogos astronômicos”, “astronomia”, “Big Data”, “modelagem” e “arquitetura de dados”.

2.2 Resultados e Discussão

O levantamento bibliográfico realizado para esta pesquisa permitiu a identificação de um conjunto de estudos técnicos e acadêmicos que fundamentam a transição da astronomia para a era do Big Data. Foram selecionados trabalhos que abordam desde a fundamentação histórica e os parâmetros técnicos da Missão Gaia até análises comparativas de desempenho entre SGBDs relacionais e não-relacionais.

Para garantir clareza, os achados foram organizados em três frentes principais: contextualização do volume de dados, infraestrutura de processamento e métricas de desempenho de armazenamento. Os dados coletados nas fontes secundárias revelam o cenário de complexidade imposto pela astronomia moderna. O quadro abaixo sintetiza as principais contribuições dos autores selecionados para esta análise:

Quadro 1. Síntese dos Principais Achados Bibliográficos.

Categoria de Análise	Referências	Dados Encontrados
Contexto e Volume (Gaia)	Teixeira (2022); ESA (2025); Oliveira (2024)	Dados sobre as 3 milhões de observações e os 500 TB de volume gerado pelo telescópio.
Tratamento de dados e IA	González (2019); Montanger (2021); Arevalo (2022)	Informações sobre o uso de séries temporais, mineração de dados e aprendizado de máquina para correção de ruídos.
Desempenho de SGBDs	Secco et al. (2016); Ferreira (2025); Bastos (2024)	1 Benchmarks comparativos entre PostgreSQL e Cassandra, focado em escalabilidade e disponibilidade.

Categoria de Análise	Referências	Dados Encontrados
Arquitetura de Dados	Correia et al. (2019); Couto et al. (2022)	Dados técnicos sobre escalabilidade horizontal contra vertical e limitações de usuários simultâneos no modelo SQL.

Fonte: Autor

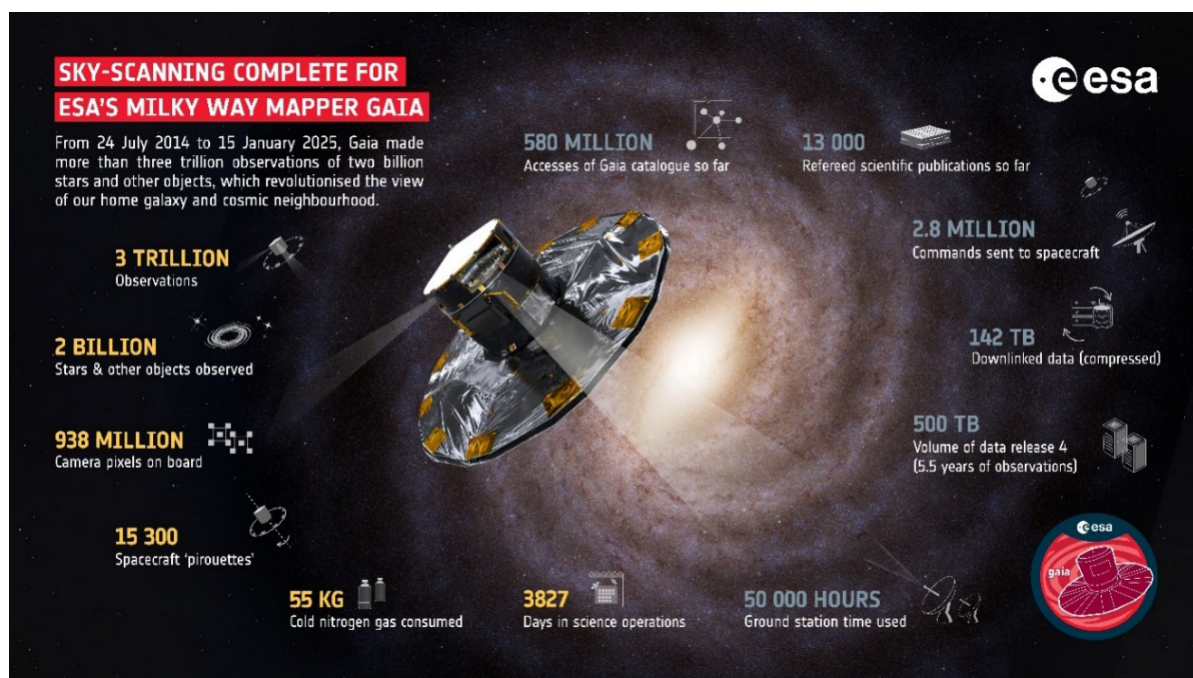
Conforme indicado por Farias (2019), o conhecimento astronômico iniciou-se de modo rudimentar em civilizações antigas, como a mesopotâmica e a egípcia. Naquele contexto, fenômenos cotidianos eram explicados por meio de observações e hipóteses, a exemplo da influência lunar sobre os ciclos agrícolas. Com o tempo, a percepção de padrões celestes permitiu a coleta de dados, os quais foram consolidados em saberes transmitidos entre gerações.

Ao longo dos séculos de observações e conhecimentos adquiridos acerca do universo, a quantidade de dados expandiu-se gradualmente. Iniciou-se com o registro de 36 estrelas na Babilônia até que, posteriormente, Hiparco de Nicéia alcançou a marca de 850 astros catalogados, utilizando a escala de visibilidade por ele estipulada (Couto, 2021). No contexto contemporâneo, tornou-se evidente a inviabilidade da catalogação manual em virtude do crescimento desses números.

Por meio da tecnologia, as observações e coletas de dados cresceram de forma exponencial, o que caracterizou um cenário de Big Data e desafiou as estruturas de gerenciamento. O telescópio Gaia consolidou-se como uma referência; seu projeto foi iniciado em 2013 e registrou cerca de três trilhões de observações desde o lançamento (ESA, 2025). Tal magnitude informacional demonstrou ser completamente inviável para os métodos de catalogação utilizados na antiguidade.

Os dados da Figura 1 sintetizam a transição da astronomia para a era do Big Data. Ao registrar três trilhões de observações e gerenciar um volume que atinge 500 TB, a Missão Gaia estabeleceu um novo patamar de complexidade. Esse fluxo informacional evidencia que os métodos tradicionais de armazenamento se tornaram obsoletos frente à necessidade de alta disponibilidade e processamento em larga escala.



Figura 1. Telescópio GAIA (ESA)

Fonte: European Space Agency (ESA). Acesso em: 23 fev. 2026.

Este sistema de observação complexo gerou um grande volume de dados devido ao tipo de metodologia utilizado: as séries temporais. Montanger (2021) definiu séries temporais como um conjunto de dados coletados em determinado intervalo de tempo, resultando em registros históricos de um corpo celeste ou ponto de observação. O Gaia observou, em média, cada objeto 72 vezes, o que proporcionou um estudo muito mais preciso e confiável González (2019).

Em seu trabalho, González (2019) mostrou que os dados coletados vinham com ruídos que dificultavam o armazenamento de registros reais. Por esse motivo, as informações foram tratadas utilizando técnicas de mineração de dados, unindo inteligência artificial, estatística e computação avançada. Tal necessidade computacional tornou o processo de armazenagem ainda mais complexo, exigindo implementações focadas no alto desempenho para garantir a integridade do catálogo.

A Inteligência Artificial automatizou o tratamento dos dados via aprendizado de máquina, capacitando os algoritmos na correção de ruídos. Esse sistema exigiu alto poder de processamento, demandando o uso da computação paralela. Conforme González (2019), a técnica baseou-se na execução simultânea de multitarefas, onde o objetivo principal foi particionado em etapas menores para otimizar a velocidade de resposta e a eficiência da catalogação.

Como resultado, estima-se que a Missão Gaia já catalogou cerca de 1% de toda a Via Láctea (ESA, 2025). Embora os dados coletados fossem suscetíveis a ruídos e interferências, a missão foi rigorosa na busca por características bem definidas e na manutenção da integridade do seu conjunto de dados. Essa escala e a complexidade das informações tornaram o Catálogo Gaia um exemplo paradigmático dos desafios de Big Data para sistemas de armazenamento e modelagem.

A missão Gaia foi responsável por um estudo abrangente do sistema solar e da Via Láctea. Segundo Oliveira (2024), as principais frentes de coleta do telescópio foram a astrométrica, a fotométrica e a espectroscópica. Enquanto a astrometria definiu a posição precisa das estrelas Silva (2023), a fotometria registrou a intensidade luminosa e a espec-

troscopia decompôs a luz para identificar a composição química e o movimento estelar Arevalo (2022).

De acordo com o estudo de Teixeira (2022), o Gaia tomou como foco a observação de estrelas dentro da Via Láctea e galáxias vizinhas, coletando características como posição, brilho e espectro. No entanto, ao longo das atividades, incluiu-se o registro de diversos outros tipos de astros, como exoplanetas, asteroides e galáxias compactas. Essa expansão pronunciou ainda mais o volume de dados, exigindo um processamento à parte do fluxo principal.

Diante do volume massivo de dados exposto anteriormente, surgiu a necessidade de buscar soluções eficientes para o desafio do Big Data na astronomia. Os dados coletados pelos observatórios, antes do tratamento analítico, demandaram armazenamento e organização sistemática. Tais sistemas de armazenamento digital foram identificados como Bancos de Dados (BD) ou Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD), Bastos (2024).

Tais softwares consolidaram-se como ferramentas centrais na tecnologia da informação, sendo responsáveis por gerenciar o acesso, a segurança e a integridade das informações. Nesse sentido, os Bancos de Dados foram definidos por Bastos (2024) como um conjunto de dados armazenados de forma lógica e coerente. Essa organização objetivou conferir significado e facilitar o acesso à informação nos catálogos astronômicos.

Essa ferramenta fundamental apresentou dois principais paradigmas que influenciaram diretamente a modelagem e o armazenamento de grandes volumes: os modelos relacionais e os não-relacionais. De acordo com Silva et al. (2019), os bancos relacionais (SQL) caracterizaram-se por estruturas bem definidas e com relações explícitas entre si. Tal modelo priorizou a consistência e a integridade referencial dos dados.

Por outro lado, os bancos não-relacionais (NoSQL) surgiram como resposta à necessidade de gerenciar dados sem estrutura rígida, como os não estruturados ou semiestruturados. As características desses sistemas e seus desempenhos na solução do problema astronômico tornaram-se o foco desta análise. A literatura indicou que essa flexibilidade foi essencial para lidar com a escala de dados mencionada Silva et al. (2019).

Para a análise da viabilidade de gerenciamento de catálogos astronômicos, torna-se essencial o conhecimento aprofundado das ferramentas disponíveis. O problema do Big Data exige a avaliação das duas principais famílias de Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBD): os modelos Relacionais (SQL) e os Não-Relacionais (NoSQL), Secco et al. (2016).

O PostgreSQL, por exemplo, é um SGBD relacional conhecido por oferecer boa escalabilidade vertical, segurança e confiabilidade Secco et al. (2016). No quesito NoSQL, o Apache Cassandra se destaca por proporcionar excelente desempenho para grandes volumes de dados não estruturados, atingindo alta escalabilidade e disponibilidade Secco et al. (2016).

Os SGBDs relacionais, como o PostgreSQL, fundamentam-se em estruturas de dados rigidamente definidas em linhas e colunas. Segundo Bastos (2023), esse modelo de esquema rígido (schema-on-write) assegura a integridade referencial e otimiza o gerenciamento administrativo, provendo alta performance e segurança para aplicações convencionais.

Tais atributos são fundamentais para a precisão exigida no domínio astronômico. Contudo, essa rigidez impõe limitações críticas: a gestão ineficiente de campos nulos e a dependência da escalabilidade vertical, solução que se torna onerosa e tecnicamente inviável frente ao volume de trilhões de observações dos catálogos contemporâneos.



No estudo de Ferreira (2025), é reforçada a limitação do desempenho do SQL em volumes massivos e tempos de resposta, além do gargalo na escalabilidade vertical. Correia et al. (2019) definiram essa característica como a adição de hardware a um único servidor para ampliar sua capacidade. Contudo, essa estratégia apresenta um custo financeiro elevado e cria um ponto único de falha, onde a queda de um servidor central pode interromper todo o ecossistema de dados.

Em contrapartida, soluções NoSQL, como o Apache Cassandra, priorizam a escalabilidade horizontal e a alta disponibilidade para volumes massivos. Diferente do modelo relacional, o Cassandra utiliza famílias de colunas (Wide Column Store), facilitando a desnormalização e a expansão do sistema por meio da adição de nós, sem perda de desempenho. Essa arquitetura torna-o uma alternativa robusta e fluida para o processamento analítico do Big Data astronômico.

De modo comparativo, Correia et al. (2019) definiram a escalabilidade horizontal como a adição de recursos distribuídos em várias máquinas simples, reduzindo custos financeiros e de energia. Essa característica permite a recuperação do sistema em caso de falhas, sem a perda de dados, devido à redundância e ao particionamento de processos em nós independentes, garantindo a continuidade operacional.

Quadro 2. Comparativo entre SGBDs Relacionais (PostgreSQL) e Não-Relacionais (Cassandra) em cenários de Big Data.

Características	PostgreSQL	Apache Cassandra
Modelo de Dados	Tabelas com Esquema Rígido	Família de Colunas
Escalabilidade	Vertical (Upgrade de Hardware)	Adição de Nós
Disponibilidade	Ponto Único de Falha	Alta Disponibilidade
Desempenho	Superior em Consultas Complexas	Superior em Grandes Volumes e Escrita
Custo de Expansão	Elevado (Hardware Especializado)	Reduzido (Clusters de Máquinas Simples)
Integridade	Focada em Consistência	Focada em Particionamento

Fonte: Adaptado de Secco et al. (2016) e Correia et al. (2019).

O Quadro 2 dispõe de modo resumido as vantagens e desvantagens de cada tipo de SGBDs, tomando como exemplos o PostgreSQL e o Apache Cassandra. Com base nesses dados é possível identificar características inadequadas para o cenário de Big Data astronômico nos bancos relacionais e adequadas nos não relacionais.

Couto et al. (2022) sintetizam estudos que comprovam a eficiência do PostgreSQL em consultas simples e com poucos acessos. Contudo, o desempenho declina quando o sistema ultrapassa 100 usuários simultâneos ou sofre aumento expressivo no volume de registros. Em cenários de Big Data, essa limitação resulta em lentidão e falhas, evidenciando o gargalo do modelo relacional em larga escala.

Secco et al. (2016) reforçam as limitações dos bancos relacionais quanto à escalabilidade, disponibilidade e velocidade de resposta em grandes volumes. O estudo evidencia a superioridade do NoSQL, especificamente do Apache Cassandra, nessas métricas. O sistema demonstra escalabilidade linear conforme o aumento de dados e usuários, o que implica alta disponibilidade e tempos de resposta consistentes, mesmo diante de Big Data massivo, como os catálogos astronômicos.

3 CONCLUSÃO

De acordo com o apresentado, ficou clara a transição da astronomia contemplativa dos tempos antigos para as trilhões de observações possibilitadas com o avanço tecnológico. A massiva quantidade dada com características distintas e a necessidade de processamento rápido e disponível, torna o SQL menos indicado no caso de catálogos astronômicos. E, por sua vez, traz o NoSQL como solução viável para tal problema.

Em relação aos objetivos específicos, os resultados alcançados foram sintetizados conforme segue: Aplicabilidade do modelo relacional (SQL), o estudo comprovou que o PostgreSQL é uma ferramenta de alta confiabilidade e integridade para volumes controlados de dados. No entanto, sua escalabilidade vertical torna-se financeiramente onerosa e tecnicamente limitada frente aos 500 TB de dados brutos e trilhões de observações gerados pela ESA.

Aplicabilidade do modelo não-relacional (NoSQL): Identificou-se no Apache Cassandra uma solução viável para o processamento de Big Data astronômico. Sua arquitetura de escalabilidade horizontal permitiu a expansão do sistema sem perda de desempenho, sendo ideal para a natureza das séries temporais observadas neste trabalho bibliográfico.

Avaliação comparativa de desempenho: a análise bibliográfica demonstrou a superioridade do paradigma NoSQL em métricas de tempo de resposta e alta disponibilidade para grandes escalas. Enquanto o SQL apresenta gargalos de performance acima de 100 usuários simultâneos, o modelo NoSQL garante a continuidade operacional necessária para a exploração ágil do Catálogo Gaia.

Diante do exposto, a pergunta de pesquisa foi respondida positivamente, evidenciando que a transição para modelos não-relacionais ou híbridos é o caminho necessário para sustentar a evolução da astronomia orientada a dados. Como limitação, ressalta-se que este trabalho foi uma revisão bibliográfica sem testes laboratoriais diretos. Sugere-se que futuras investigações aprofundem e testem as arquiteturas híbridas unir o SQL e NoSQL no tratamento de dados.

REFERÊNCIAS

ÁLVAREZ-GONZÁLEZ, Marco Antonio. **Minería de datos en la misión Gaia: visualización del catálogo, optimización del procesado y parametrización de estrellas**. 2019. Tese (Doutorado em Tecnologias da Informação e as Comunicações) – Universidade da Coruña, A Coruña, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/2183/23974>. Acesso em: 02 mar. 2026.

AREVALO, Carlos Andres Galarza. **Estimación de parámetros estelares em levantamentos fotométricos multifiltros com aprendizado de máquina**. 2022. Tese (Doutorado em Astronomia) – Observatório Nacional, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <http://sistede.on.br:8080/handle/tede/141>. Acesso em: 19 jan. 2026.

BASTOS, Marcos Paulo Silva Souza. **Banco de dados NoSQL vs. Banco de dados relacional: uma análise comparativa**. Assis: Fatec Assis, 2024. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/23128>. Acesso em: 19 jan. 2026.

LIMA, Bruno Santos de; CAYRES, Leandro Ungari; JUNIOR, Celso Olivete; SANTOS, Cedryk Augusto dos; CORREIA, Ronaldo Celso Messias; ELER, Danilo Medeiros; GARCIA, Rogério Eduardo. Análise de Escalabilidade Horizontal em um cluster HBase. **RISTI - Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, Presidente Prudente, n. E27, p. 371-383, 2019. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/91a8e4138bfd36e05b535773d01f2916/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>. Acesso em: 10 fev. 2026.

COUTO, Javier Pérez. **Anuarios, efemérides e bases de datos astronómicos**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Grado em Matemáticas) – Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, 2021. Disponível em: <https://minerva.usc.es/rest/api/core/bitstreams/d10d2a84-7840-429c-90ae-727358cff807/content>. Acesso em: 10 fev. 2026.



COUTO, Ricardo *et al.* **A survey of data lake architectures and management systems.** IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, v. 35, n. 12, p. 12383-12401, 2022. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10107808>. Acesso em: 10 fev. 2026.

FARIAS, Rodrigo Cristino de. **Filosofia, história, astronomia: um estudo sobre Ptolomeu.** 2019. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Departamento de Filosofia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019 Disponível em: https://filosofia.fflch.usp.br/sites/filosofia.fflch.usp.br/files/posgraduacao/defesas/2019_docs/2019_tese_Rodrigo%20Cristino%20de%20Faria_Vercorrigida.pdf. Acesso em: 10 fev. 2026.

FERREIRA, Manoel Augusto Dos Santos. **Comparativo de Desempenhos de Armazenamento de Dados de Dispositivos IoT Usando Banco de Dados Relacionais e Não Relacionais.** 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 2025. Disponível em: <https://share.google/sZwRhvLZgLRFwr5F>. Acesso em: 02 mar. 2026.

GARCIA, Vinícius Salles; SOTTO, Eder Carlos Salazar. COMPARATIVO ENTRE OS MODELOS DE BANCO DE DADOS RELACIONAL E NÃO-RELACIONAL. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, SP, v. 16, n. 2, p. 12–24, 2019. DOI: 10.31510/inf.v16i2.673. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/673>. Acesso em: 14 fev. 2026.

MONTANGER, Patrícia Oliveira. **Detecção automática de exoplanetas por meio de algoritmos de aprendizado de máquina baseados em séries temporais.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Física) – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2021. Disponível em: <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/6180>. Acesso em: 02 mar. 2026.

MOURA FREIRE, Vinícius Pires de. **NACLUSTER: resolvendo entidades em larga escala a partir de múltiplos catálogos de astronomia.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Departamento de Computação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/39385>. Acesso em: 07 jan. 2026.

OLIVEIRA, Bernardo Kappaun de. **Estudo da dinâmica interna de aglomerados estelares com dados Gaia.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2024. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/274501>. Acesso em: 02 mar. 2026.

SECCO, Ricardo Ribeiro. Análise comparativa entre o banco de dados Cassandra (modelo NoSQL) e o PostgreSQL (modelo relacional) em duas diferentes organizações empresariais. **Colloquium Exactarum**. [S. l.], v. 8, n. 2, p. 39–56, 2017. ISSN: 2178-8332, Disponível em: <https://journal.unoeste.br/index.php/ce/article/view/1324>. Acesso em: 23 jan. 2026.

SILVA, João Bosco Pedralino. **Análise de banco de dados orientado a série temporal no armazenamento de dados provenientes de processos industriais.** Revista Brasileira de Mecatrônica, São Caetano do Sul, SP, v. 2, n. 1, p. 29–46, abr./jun. 2019.

TEIXEIRA, Ramachrisna. **Missão Espacial Gaia.** Cadernos de Astronomia, v. 3, n. 2, p. 119-122, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/cadast/article/view/38511>. Acesso em: 24, out. 2025.

THE EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). **Gaia: Mapping the Milky Way in 3D.** Disponível em: <https://www.esa.int>. Acesso em: 24, out. 2025.



3

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA A JOGOS DIGITAIS

ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPLIED TO DIGITAL GAMES

Roberto Fonseca Licá Junior
Mirian de Carvalho

Resumo

A inteligência artificial aplicada a jogos digitais tem se destacado como uma importante tecnologia responsável pela evolução dessa área, contribuindo para experiências mais dinâmicas, interativas e personalizadas. Este trabalho teve como objetivo analisar as principais aplicações da inteligência artificial nos jogos digitais, destacando suas funções, benefícios e impactos na experiência dos jogadores. A metodologia utilizada baseou-se em revisão bibliográfica, por meio da análise de artigos científicos, trabalhos acadêmicos e publicações recentes sobre o tema. Durante o estudo, identificou-se que a inteligência artificial é amplamente utilizada nos jogos digitais para tornar a experiência mais dinâmica e interativa, especialmente por meio do desenvolvimento de personagens não jogáveis (NPCs), permitindo comportamentos mais realistas e adaptáveis, o que torna os jogos mais envolventes e menos previsíveis. Também foi observado o uso dessa tecnologia na adaptação automática do nível de dificuldade, ajustando os desafios conforme o desempenho do jogador e contribuindo para maior interesse e satisfação durante a experiência. Outro aspecto relevante é a geração automática de conteúdos, como cenários e missões, ampliando as possibilidades criativas dos desenvolvedores e aumentando a diversidade das experiências nos jogos. Além disso, a inteligência artificial também vem sendo aplicada em jogos educativos, auxiliando no processo de aprendizagem por meio da personalização de conteúdo. Por fim, conclui-se que a inteligência artificial possui papel fundamental na evolução dos jogos digitais, proporcionando maior imersão, personalização e inovação, embora ainda apresente desafios relacionados a falhas e comportamentos inesperados dos sistemas.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, Jogos Digitais, NPCs.

Abstract

Artificial intelligence applied to digital games has emerged as an important technology responsible for the evolution of this area, contributing to more dynamic, interactive, and personalized experiences. This work aimed to analyze the main applications of artificial intelligence in digital games, highlighting its functions, benefits, and impacts on the player experience. The methodology used was based on a literature review, through the analysis of scientific articles, academic works, and recent publications on the subject. During the study, it was identified that artificial intelligence is widely used in digital games to make the experience more dynamic and interactive, especially through the development of non-player characters (NPCs), allowing for more realistic and adaptable behaviors, which makes games more engaging and less predictable. The use of this technology in the automatic adaptation of the difficulty level was also observed, adjusting the challenges according to the player's performance and contributing to greater interest and satisfaction during the experience. Another relevant aspect is the automatic generation of content, such as scenarios and missions, expanding the creative possibilities of developers and increasing the diversity of experiences in games. Furthermore, artificial intelligence is also being applied in educational games, assisting in the learning process through content personalization. In conclusion, artificial intelligence plays a fundamental role in the evolution of digital games, providing greater immersion, personalization, and innovation, although it still presents challenges related to system failures and unexpected behaviors.

Keywords: Artificial Intelligence, Digital Games, NPCs.

1 INTRODUÇÃO

A inteligência artificial vem ganhando cada vez mais espaço no desenvolvimento de jogos digitais, sendo vista como uma das tecnologias que mais transformam a forma como os jogos são criados e jogados. Com o avanço das tecnologias computacionais, os jogos deixaram de ser experiências simples e passaram a oferecer ambientes complexos, com personagens mais realistas e interações mais dinâmicas. Nesse contexto, a inteligência artificial tem papel importante ao permitir que sistemas respondam de forma mais próxima do comportamento humano, tornando a experiência do jogador mais envolvente e

personalizada. Segundo Gobete Filho e Lucca Filho (2022), a aplicação da inteligência artificial em jogos digitais tem contribuído diretamente para a evolução da indústria, principalmente na criação de sistemas mais inteligentes e adaptativos.

Com essa evolução, os jogos digitais passaram a utilizar inteligência artificial para controlar personagens não jogáveis, conhecidos como NPCs, que conseguem tomar decisões de forma autônoma dentro do ambiente virtual. Esse tipo de aplicação torna o jogo mais desafiador e interessante, pois os comportamentos deixam de ser previsíveis e passam a variar conforme as ações do jogador. De acordo com Santos *et al.* (2023), a evolução da inteligência artificial nos jogos permitiu que esses personagens desenvolvessem comportamentos mais naturais, simulando ações humanas e aumentando o nível de imersão do usuário.

Outro ponto importante é o uso da inteligência artificial para adaptar a dificuldade dos jogos conforme o desempenho do jogador. Essa personalização tem sido bastante utilizada tanto em jogos de entretenimento, como FIFA e Call of Duty, que ajustam desafios e comportamento dos adversários conforme a habilidade do jogador, quanto em jogos educativos, como Minecraft: Education Edition e Duolingo, que adaptam atividades e níveis de dificuldade de acordo com o progresso do usuário, contribuindo para uma experiência mais equilibrada e motivadora. Schwanck *et al.* (2024) destacam que a inteligência artificial pode ajustar automaticamente o nível de dificuldade, evitando que o jogador se sinta frustrado ou desmotivado, o que melhora o engajamento e o aprendizado em jogos educativos.

Também é possível observar que a inteligência artificial tem sido utilizada na criação de conteúdo dentro dos jogos, como cenários, missões e até narrativas. Esse uso amplia as possibilidades criativas e reduz o tempo de desenvolvimento, permitindo a geração automática de elementos do jogo. Valentim (2024) aponta que a inteligência artificial contribui para novas formas de criação artística nos jogos digitais, tornando possível a geração de conteúdos dinâmicos e inovadores, o que transforma a relação entre tecnologia e criatividade nesse contexto.

Mesmo com todos esses avanços, ainda existem desafios relacionados ao uso da inteligência artificial nos jogos digitais, principalmente quanto à confiabilidade dos sistemas. Em alguns casos, a inteligência artificial pode apresentar falhas ou comportamentos inesperados, prejudicando a experiência do jogador. Lemos (2024) afirma que os sistemas de inteligência artificial ainda estão sujeitos a erros e perturbações, demonstrando a necessidade de aprimoramentos para alcançar maior estabilidade e eficiência. Nesse contexto, a relevância científica deste estudo está na ampliação do conhecimento sobre a aplicação da inteligência artificial em jogos digitais, contribuindo para futuras pesquisas na área. Já a relevância social está relacionada aos benefícios proporcionados pela tecnologia nos jogos, como maior imersão, personalização e utilização em jogos educativos, além da reflexão



sobre a necessidade de sistemas mais seguros e confiáveis.

Diante desse cenário, surge a seguinte problemática: de que forma a inteligência artificial tem impactado a experiência dos jogadores e o desenvolvimento dos jogos digitais na atualidade. A escolha desse tema se justifica pela crescente presença dessa tecnologia no cotidiano e pela importância dos jogos digitais tanto no entretenimento quanto na educação. Torres *et. al* (2025) ressaltam que os jogos digitais têm sido cada vez mais utilizados em contextos educacionais, o que reforça a necessidade de compreender como a inteligência artificial pode contribuir nesse processo. O objetivo geral deste estudo é analisar a aplicação da inteligência artificial em jogos digitais, destacando suas contribuições para a experiência do jogador e para o desenvolvimento de jogos, enquanto os objetivos específicos envolvem compreender o funcionamento da inteligência artificial nesse contexto, identificar suas principais aplicações e discutir seus impactos na área.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia adotada neste trabalho é baseada em revisão bibliográfica, sendo escolhida por permitir uma análise aprofundada e organizada sobre o uso da inteligência artificial aplicada a jogos digitais. Esse tipo de abordagem é utilizado em pesquisas acadêmicas quando o objetivo é compreender conceitos, identificar avanços tecnológicos e analisar diferentes perspectivas já discutidas por outros autores, contribuindo para a construção de um embasamento teórico consistente.

A pesquisa foi desenvolvida a partir da coleta de materiais científicos disponíveis em bases de dados confiáveis, como periódicos acadêmicos, anais de eventos científicos (SB-Games, SBIEE e SEMEAD), Google Acadêmico e repositórios digitais, considerando também artigos, trabalhos publicados em congressos e estudos recentes sobre inteligência artificial em jogos digitais, no contexto de entretenimento e educacional. Segundo Carvalho (2024), a análise de produções científicas permite identificar padrões, tendências e lacunas nas pesquisas, contribuindo para uma compreensão mais ampla do tema. A coleta de dados foi realizada entre 28 e 30 de março de 2026.

Os critérios de seleção das fontes levaram em conta a relevância do conteúdo, a atualidade das publicações e a relação direta com o tema proposto, priorizando estudos publicados nos últimos cinco anos, no período entre 2021 e 2026. Gobete Filho e Lucca Filho (2022) apontam que a evolução tecnológica exige atualização frequente das pesquisas, garantindo maior precisão nas análises.

Durante a revisão, foi realizada leitura analítica e interpretativa dos materiais, permitindo compreender as principais contribuições de cada autor e diferentes abordagens sobre o uso da inteligência artificial nos jogos, como criação de personagens inteligentes, adaptação de dificuldade e geração de conteúdo automatizado. Schwanck *et al.* (2024) destacam que a inteligência artificial pode ser aplicada de diversas formas nos jogos digitais.

Foi realizada uma análise crítica dos conteúdos, considerando pontos positivos e limitações das aplicações da inteligência artificial nos jogos digitais. Para a busca, foram utilizadas palavras-chave como “inteligência artificial”, “jogos digitais”, “IA em

jogos”, “machine learning” e “sistemas inteligentes em jogos”, o que ajuda a compreender avanços, desafios e problemas ainda existentes. Segundo Lemos (2024), os sistemas de inteligência artificial podem apresentar falhas e comportamentos inesperados, refor-

çando a necessidade de análise criteriosa.

Por fim, as informações coletadas foram organizadas de forma lógica e coerente, agrupando as ideias conforme os principais temas encontrados na literatura, o que facilitou a comparação entre os autores e a identificação de pontos em comum e divergências.

2.2 Resultados e Discussão

2.1 Aplicações Da Inteligência Artificial Em Jogos Digitais

A aplicação da inteligência artificial em jogos digitais tem se tornado cada vez mais comum, principalmente por conta da necessidade de tornar os jogos mais realistas, dinâmicos e interessantes para os jogadores. Dentro desse cenário, a inteligência artificial é aplicada para tornar os jogos mais dinâmicos e interativos, atuando em diferentes elementos da experiência virtual. Um dos exemplos mais conhecidos é o funcionamento dos personagens não jogáveis, chamados de NPCs, que são desenvolvidos para responder de maneira autônoma às ações realizadas pelo jogador. Além disso, a IA também contribui para a criação de cenários, desafios e situações variadas, deixando a jogabilidade mais imersiva, imprevisível e envolvente para os usuários. Segundo Santos *et al.* (2023), a evolução da inteligência artificial permitiu que esses personagens deixassem de ter comportamentos repetitivos, passando a agir de forma mais próxima da realidade, o que aumenta a imersão do jogador no jogo.

Outro ponto importante é o uso da inteligência artificial para ajustar automaticamente o nível de dificuldade dos jogos. Essa adaptação acontece conforme o desempenho do jogador, evitando que o jogo fique muito fácil ou extremamente difícil. Isso ajuda a manter o interesse e o engajamento durante a partida. Schwanck *et al.* (2024) explicam que a inteligência artificial pode identificar padrões no comportamento do jogador e, com base nisso, modificar os desafios apresentados, criando uma experiência mais equilibrada e personalizada. Esse tipo de aplicação é bastante utilizado em jogos educativos, pois contribui diretamente para o aprendizado, já que respeita o ritmo de cada jogador.

Também é possível observar o uso da inteligência artificial na criação automática de conteúdo dentro dos jogos, como mapas, missões e histórias. Esse processo, conhecido como geração procedural, permite que os jogos ofereçam experiências diferentes a cada partida, aumentando a variedade e a longevidade do jogo. Valentim (2024) destaca que a inteligência artificial tem ampliado as possibilidades criativas dentro dos jogos digitais, permitindo que novos conteúdos sejam gerados de forma automática, o que reduz o tempo de desenvolvimento e aumenta a inovação na área.

Outro aspecto relevante está na utilização da inteligência artificial para melhorar a interação entre jogadores e o ambiente do jogo. Com o avanço das tecnologias, os sistemas conseguem interpretar ações e responder de maneira mais natural, o que torna a experiência mais próxima da realidade. Zhu e Ontañón (2021) apontam que a inteligência artificial centrada no jogador permite personalizar a experiência de acordo com o perfil de cada usuário, tornando o jogo mais adaptável e envolvente. Isso mostra como a tecnologia tem sido utilizada não apenas para tornar o jogo mais difícil ou fácil, mas também para criar experiências únicas para cada jogador.

Além disso, a inteligência artificial tem sido utilizada no desenvolvimento de jogos educativos, contribuindo para a criação de ferramentas de ensino mais interativas. Nesse contexto, os jogos deixam de ser apenas uma forma de entretenimento e passam a ser utilizados como recurso pedagógico. Torres *et al.* (2025) destacam que os jogos digitais têm



sido cada vez mais utilizados no ambiente escolar, principalmente por sua capacidade de engajar os alunos e facilitar o aprendizado. A inteligência artificial contribui para isso ao adaptar o conteúdo de acordo com o desempenho do estudante, tornando o processo mais eficiente.

Apesar dos avanços, ainda existem limitações relacionadas ao uso da inteligência artificial nos jogos digitais. Um dos principais desafios está na imprevisibilidade dos sistemas, que podem apresentar comportamentos inesperados ou falhas durante o funcionamento, como NPCs ficando presos no cenário, inimigos tomando decisões sem lógica ou falhas na adaptação da dificuldade durante o funcionamento do jogo. Lemos (2024) aponta que os sistemas de inteligência artificial ainda estão sujeitos a erros e perturbações, o que pode comprometer a experiência do usuário. Isso mostra que, mesmo com o avanço da tecnologia, ainda é necessário aprimorar esses sistemas para garantir maior estabilidade e confiabilidade.

No que diz respeito aos impactos da inteligência artificial na experiência do jogador, é possível perceber que essa tecnologia tem transformado a forma como os jogos são vivenciados. A presença de sistemas inteligentes permite que os jogos sejam mais interativos e personalizados, o que aumenta o nível de envolvimento do jogador. Alves (2025) destaca que os jogadores percebem a inteligência artificial como um elemento importante para tornar o jogo mais interessante, principalmente quando ela consegue simular comportamentos humanos de forma convincente.

Outro impacto relevante está relacionado ao aumento da imersão, já que a inteligência artificial contribui para a criação de ambientes mais realistas. Quando os personagens reagem de forma natural e o ambiente responde às ações do jogador, a sensação de estar dentro do jogo se torna mais forte. Silva *et al.* (2024) afirmam que a inteligência artificial tem papel fundamental na construção de experiências interativas, permitindo que os jogadores se sintam mais conectados ao ambiente virtual.

Também é importante destacar que a inteligência artificial pode influenciar diretamente na forma como os jogadores interagem entre si. Em jogos que envolvem múltiplos participantes, a presença de sistemas inteligentes pode mediar interações, sugerir estratégias ou até auxiliar na comunicação entre os jogadores. Silva e Oliveira (2024) apontam que os jogos digitais podem atuar como mediadores da interação social, especialmente quando utilizam inteligência artificial para facilitar a comunicação e a colaboração entre os participantes.

Outro ponto que merece atenção é a capacidade da inteligência artificial de aprender com o comportamento do jogador. Isso significa que, com o tempo, o jogo pode se adaptar cada vez mais ao estilo de quem está jogando, criando desafios personalizados. Zhu *et al.* (2021) destacam que essa interação entre jogador e

inteligência artificial revela novas possibilidades de desenvolvimento de jogos, principalmente no que diz respeito à personalização da experiência.

Por outro lado, também existem impactos negativos que precisam ser considerados. Em alguns casos, o uso excessivo de inteligência artificial pode tornar o jogo complexo demais, dificultando a compreensão por parte do jogador. Também pode gerar frustração quando o sistema apresenta comportamentos considerados injustos ou difíceis de prever. Pérez, Castro e López (2023) discutem que, apesar das oportunidades oferecidas pela inteligência artificial, ainda existem desafios relacionados ao equilíbrio entre dificuldade e diversão, o que exige um cuidado maior no desenvolvimento dos jogos.

Outro impacto importante está relacionado à percepção dos jogadores sobre a inteligência artificial. Quando bem aplicada, ela é vista como um elemento positivo que melho-

ra a experiência. No entanto, quando apresenta falhas ou comportamentos incoerentes, pode gerar insatisfação. Alves (2025) aponta que a percepção dos jogadores está diretamente ligada à forma como a inteligência artificial é implementada, reforçando a importância de um desenvolvimento cuidadoso.

Assim, fica claro que a inteligência artificial tem um papel fundamental na evolução dos jogos digitais, influenciando tanto o desenvolvimento quanto a experiência dos jogadores. Sua aplicação traz diversos benefícios, como personalização, interatividade e inovação, mas também apresenta desafios que precisam ser superados. Dessa maneira, o avanço dessa tecnologia tende a continuar transformando a forma como os jogos são produzidos e consumidos, exigindo estudos contínuos para compreender seus impactos e aprimorar sua utilização.

2.2 Impactos da Inteligência Artificial na Experiência do Jogador

A inteligência artificial tem impactado diretamente a experiência do jogador nos jogos digitais, trazendo mudanças significativas na forma como os jogos são vivenciados. Esse impacto pode ser percebido principalmente na forma como o jogador interage com o ambiente virtual, com os personagens e com os desafios propostos durante a jogabilidade. A presença de sistemas inteligentes permite que o jogo responda de maneira mais dinâmica às ações do usuário, criando uma experiência menos previsível e mais envolvente. Alves (2025) destaca que os jogadores percebem a inteligência artificial como um elemento essencial para aumentar o realismo e a complexidade dos jogos, principalmente quando ela consegue simular comportamentos próximos aos humanos.

Um dos principais efeitos da inteligência artificial na experiência do jogador está na personalização do jogo. Com o uso dessa tecnologia, é possível adaptar diferentes aspectos da jogabilidade de acordo com o comportamento e o desempenho do usuário. Isso inclui desde o ajuste do nível de dificuldade até a modificação de desafios e objetivos dentro do jogo. Zhu e Ontañón (2021) apontam que a inteligência artificial centrada no jogador permite criar experiências únicas, levando em consideração o perfil individual de cada jogador, o que aumenta o engajamento e a satisfação durante o jogo.

Essa personalização também influencia diretamente na sensação de imersão. Quando o jogo se adapta ao jogador e responde de forma coerente às suas ações, a experiência se torna mais realista e envolvente. Isso faz com que o jogador se sinta mais conectado ao ambiente virtual, aumentando o tempo de permanência e o interesse pelo jogo. Silva *et al.* (2024) afirmam que a inteligência artificial contribui para a construção de ambientes interativos, nos quais o jogador deixa de ser apenas um participante passivo e passa a ter um papel ativo na construção da experiência.

Outro impacto importante está relacionado à forma como os jogadores interagem entre si dentro dos jogos digitais. A inteligência artificial pode atuar como um mediador dessas interações, facilitando a comunicação e até sugerindo estratégias de jogo. Em ambientes multiplayer, essa tecnologia pode ajudar a equilibrar partidas, organizar equipes e melhorar a dinâmica entre os participantes. Silva e Oliveira (2024) destacam que os jogos digitais, quando apoiados por inteligência artificial, podem promover maior interação social, contribuindo para a cooperação e a troca de experiências entre os jogadores.

Também é possível observar que a inteligência artificial influencia na forma como os desafios são apresentados ao jogador. Com sistemas capazes de aprender com o comportamento do usuário, os jogos conseguem oferecer desafios mais adequados ao nível de habilidade de cada pessoa. Isso evita situações em que o jogador se sente frustrado por não conseguir avançar ou desmotivado por falta de dificuldade. Schwanck *et al.* (2024) ressal-

tam que a adaptação da dificuldade é um dos fatores que mais contribuem para manter o interesse do jogador, especialmente em jogos educativos, onde o aprendizado depende diretamente do equilíbrio entre desafio e capacidade.

Por outro lado, nem todos os impactos da inteligência artificial são positivos. Em alguns casos, a complexidade dos sistemas pode gerar comportamentos inesperados ou difíceis de entender, o que pode prejudicar a experiência do jogador. Lemos (2024) aponta que as inteligências artificiais ainda apresentam falhas e inconsistências, o que pode causar situações consideradas injustas ou confusas dentro do jogo. Isso pode gerar frustração e até afastar jogadores, principalmente quando não há uma explicação clara para o comportamento do sistema.

Outro ponto que merece atenção é a forma como a inteligência artificial pode influenciar a percepção do jogador sobre o jogo. Quando bem aplicada, ela é vista como um diferencial positivo, que torna o jogo mais interessante e desafiador. No entanto, quando apresenta erros ou comportamentos incoerentes, pode gerar uma experiência negativa. Alves (2025) destaca que a percepção dos jogadores está diretamente relacionada à qualidade da implementação da inteligência artificial, o que reforça a importância de um desenvolvimento bem planejado.

A inteligência artificial contribui para ampliar o uso dos jogos digitais na educação, impactando a experiência dos alunos. Jogos educativos com IA adaptam o conteúdo conforme o desempenho do estudante, tornando o aprendizado mais eficiente e motivador. Segundo Torres et al. (2025), essa aplicação está voltada principalmente para a educação básica, especialmente nos ensinos fundamental e médio, onde os jogos digitais se destacam por oferecer experiências mais interativas e envolventes, com a inteligência artificial desempenhando papel essencial nesse processo educacional.

Outro aspecto relevante é a capacidade da inteligência artificial de aprender continuamente com as interações do jogador. Isso permite que o jogo evolua ao longo do tempo, oferecendo novas experiências e desafios de forma constante. Zhu et al. (2021) destacam que essa interação contínua entre jogador e sistema inteligente abre novas possibilidades para o desenvolvimento de jogos, principalmente no que diz respeito à personalização e à adaptação da experiência.

Também é importante considerar que a inteligência artificial pode influenciar o comportamento do jogador, incentivando determinadas ações ou estratégias dentro do jogo. Isso pode ser positivo, quando contribui para o aprendizado ou para a melhoria da experiência, mas também pode ser negativo, quando limita a liberdade do jogador ou direciona excessivamente suas escolhas. Pérez, Castro e López (2023) discutem que a utilização da inteligência artificial em jogos deve buscar um equilíbrio entre orientação e liberdade, garantindo que o jogador tenha autonomia dentro do ambiente virtual.

Em crítica à ideia de Pérez, Castro e López (2023), o equilíbrio entre orientar o jogador e preservar sua liberdade nem sempre é simples de atingir. A inteligência artificial pode influenciar de forma sutil as escolhas ao adaptar desafios e sugerir caminhos conforme o desempenho. Isso pode reduzir a sensação de autonomia e tornar as experiências de jogo mais padronizadas entre os jogadores.

Dessa maneira, fica claro que a inteligência artificial tem um impacto direto e significativo na experiência do jogador, influenciando desde a forma como o jogo é percebido até a maneira como ele é jogado. Seus efeitos podem ser positivos, como maior imersão, personalização e interatividade, mas também apresentam desafios que precisam ser considerados, como falhas nos sistemas e possíveis frustrações dos jogadores.

3 CONCLUSÃO

A análise sobre a inteligência artificial aplicada a jogos digitais permite perceber que essa tecnologia tem um papel cada vez mais importante dentro desse cenário, tanto no desenvolvimento dos jogos quanto na forma como os jogadores vivenciam essas experiências. Ao longo do estudo, ficou evidente que a inteligência artificial contribui para tornar os jogos mais dinâmicos, interativos e adaptáveis, o que acaba elevando o nível de qualidade das produções e aumentando o interesse do público. A capacidade de criar personagens mais realistas, ajustar a dificuldade automaticamente e gerar conteúdos de forma dinâmica mostra como essa tecnologia vem transformando a indústria dos jogos.

Também foi possível entender que a inteligência artificial não atua apenas como um recurso técnico, mas como um elemento que influencia diretamente a experiência do jogador. A personalização da jogabilidade, a adaptação aos diferentes perfis e a possibilidade de criar experiências únicas fazem com que os jogos se tornem mais envolventes e próximos da realidade. Isso acaba contribuindo para uma maior imersão e engajamento, fatores que são essenciais para o sucesso de um jogo atualmente.

Por outro lado, mesmo com todos esses avanços, ainda existem desafios que precisam ser considerados. A presença de falhas, comportamentos inesperados e possíveis dificuldades na compreensão das ações da inteligência artificial mostram que essa tecnologia ainda está em constante evolução. Esses pontos indicam que o desenvolvimento de jogos com inteligência artificial exige cuidado e planejamento, para garantir que a experiência do jogador não seja prejudicada.

Outro aspecto importante observado é o crescimento do uso da inteligência artificial em jogos educativos, o que amplia ainda mais o impacto dessa tecnologia. A possibilidade de adaptar conteúdos e respeitar o ritmo de cada jogador mostra que os jogos podem ir além do entretenimento, contribuindo também para o aprendizado. Isso reforça a ideia de que a inteligência artificial pode ser uma ferramenta importante em diferentes áreas, não apenas no setor de jogos comerciais.

REFERÊNCIAS

ALVES, Gabriel Cavalcanti. A percepção dos jogadores sobre a inteligência artificial em jogos digitais: um estudo exploratório com Final Fantasy XV. In: **Simpósio Brasileiro de Games e Entretenimento Digital (SBGames)**, 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Software) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Quixadá, 2025. Disponível em:

<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbgames/article/view/37500> . Acesso em: 30 mar. 2026..

CARVALHO, R. S. Jogos digitais e inteligência artificial: revisão sistemática sobre aplicações contemporâneas. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, 2024. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/download/17123/9485/61262>. Acesso em: 30 mar. 2026.

GOBETE FILHO, Alexandre Roberto; LUCCA FILHO. Artificial Intelligence in Digital Games. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 19, n. 2, p. 342–354, 2022.

Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1546>. Acesso em: 30 mar. 2026.

David de Oliveira Lemes, Ezequiel França dos Santos, Eduardo Romanek , Celso Fujimoto , Adriano Felix Valente. **Análise e modelagem de jogos digitais: relato de uma experiência educacional**. arXiv, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2311.14704>. Acesso em: 30 mar. 2026.

LEMONS, André Lemos. Erros, falhas e perturbações digitais em alucinações das IA. **Matrizes**, São Paulo, 2024. Disponível em:

<https://revistas.usp.br/matrizes/en/article/download/210892/204176/691598>. Acesso em: 30 mar. 2026.



PÉREZ, Jaime; CASTRO, Mario; LÓPEZ, Gregorio. **Serious games and AI: challenges and opportunities for computational social science**. arXiv, 2023. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2302.00500>. Acesso em: 30 mar. 2026.

SANTOS, DE LUCA FILHO. NPC em jogos digitais: a evolução do uso de inteligência artificial. **Revista Interface Tecnológica**, 2023. Disponível em: https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/pt_BR/article/download/2061/1114/9169. Acesso em: 30 mar. 2026.

SCHWANCK, S. B. et al. A utilização da inteligência artificial para adaptar o nível de dificuldade em jogos educativos. In: **Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE)**, 2024. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/sbie/article/download/31272/31075>. Acesso em: 30 mar. 2026.

SILVA, M. E.; OLIVEIRA, T. R. Jogos digitais como mediadores da interação social com apoio de inteligência artificial. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 10, n. 11, 2024. Disponível em:

<https://periodicorease.pro.br/rease/article/download/17123/9485/61262>. Acesso em: 30 mar. 2026.

SILVA, R. et al. O uso da inteligência artificial na produção de jogos digitais educacionais. **Revista e-Curriculum**, São Paulo, 2024. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/67308>. Acesso em: 30 mar. 2026.

TORRES, R. E. R. et al. O papel dos jogos digitais no ensino fundamental II e ensino médio. **Revista Cacto**, 2025. Disponível em: <https://revistas.ifsertaope.edu.br/index.php/cacto/article/view/1149>. Acesso em: 30 mar. 2026.

VALENTIM, J. Inteligência artificial, jogos digitais e arte. **Revista GEMInIS**, São Carlos, 2024. Disponível em: <https://www.revistageminis.ufscar.br/index.php/geminis/article/view/816>. Acesso em: 30 mar. 2026.

ZHU, Jichen; ONTAÑÓN, Santiago. Player-centered AI for automatic game personalization: open problems. **arXiv**, 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2102.07548>. Acesso em: 30 mar. 2026.

ZHU, Jichen et al. Player-AI interaction: what neural network games reveal about AI as play. **arXiv**, 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2101.06220>. Acesso em: 30 mar. 2026.

4

JOGOS DIGITAIS EDUCACIONAIS INTEGRADOS À INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

*EDUCATIONAL DIGITAL GAMES INTEGRATED WITH ARTIFICIAL
INTELLIGENCE IN THE TEACHING AND LEARNING PROCESS*

Dhiogo Araújo de Santana
Mirian Nunes de Carvalho Neves
Ivone Ascar Sauáia Guimarães

Resumo

A utilização de tecnologias digitais na educação tem ampliado as possibilidades de inovação no contexto educacional. Nesse cenário, os jogos digitais associados à Inteligência Artificial surgem como ferramentas capazes de tornar o ensino mais interativo, dinâmico e personalizado. O presente trabalho teve como objetivo compreender de que forma esses recursos poderiam contribuir para a melhoria do desempenho dos estudantes. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica de caráter descritivo, com base na análise de estudos publicados sobre o tema.

Os resultados indicaram que a utilização dessas ferramentas pode aumentar o engajamento, favorecer o desenvolvimento de habilidades cognitivas e permitir a personalização das atividades educacionais. Entretanto, também foram identificados desafios relacionados à formação docente e às questões éticas no uso de dados. Conclui-se que a integração entre jogos digitais e Inteligência Artificial apresenta grande potencial para a inovação das práticas pedagógicas.

Palavras-chave: Jogos digitais educacionais. IA. Educação. Gamificação. Tecnologias educacionais.

1 INTRODUÇÃO

O avanço das tecnologias digitais e das redes sociais tem provocado mudanças significativas na forma como os indivíduos acessam informações e constroem conhecimento. No contexto educacional, essas transformações têm impactado diretamente as práticas pedagógicas, exigindo a adaptação dos métodos de ensino às novas demandas dos estudantes. Segundo Valente (2014), o uso das tecnologias na educação deve ir além da simples inserção de ferramentas digitais, sendo necessário promover mudanças nas estratégias de ensino e aprendizagem.

Além disso, Ivanoff (2010) destaca que as tecnologias educacionais possibilitam novas formas de interação entre alunos e professores, contribuindo para ambientes de aprendizagem mais dinâmicos e colaborativos. Nesse sentido, Passarelli (2011) afirma que o uso das tecnologias digitais pode favorecer a construção do conhecimento de forma mais participativa, alinhando-se às necessidades da sociedade contemporânea.

De acordo com Blank (2015), o sistema educacional tende a evoluir de forma lenta, o que torna necessário repensar estratégias que tornem o ensino mais dinâmico e alinhado às características da sociedade contemporânea. Nesse cenário, os jogos digitais se destacam como ferramentas com potencial pedagógico relevante, sendo cada vez mais utilizados como recursos de apoio ao processo de ensino e aprendizagem.

Embora inicialmente associados ao entretenimento, os jogos digitais passaram a ser utilizados como instrumentos pedagógicos capazes de favorecer maior participação dos estudantes. Segundo Guzzo (2020), essas tecnologias podem ser compreendidas como metodologias ativas, pois estimulam o envolvimento do aluno e promovem experiências mais interativas no ambiente educacional.

Além disso, os jogos digitais educacionais apresentam características que os diferenciam de outras ferramentas, uma vez que possuem objetivos pedagógicos definidos e podem ser aplicados em diversas áreas do conhecimento. Essas ferramentas contribuem para o desenvolvimento de competências como raciocínio lógico, resolução de problemas e pensamento crítico.

Com o avanço da Inteligência Artificial, novas possibilidades passaram a ser incorporadas aos jogos digitais. A utilização dessa tecnologia permite a criação de ambientes mais adaptativos, capazes de ajustar conteúdos e níveis de dificuldade de acordo com o desempenho dos estudantes. Martins (2023) destaca que a aplicação da Inteligência Artificial no contexto educacional possibilita experiências mais personalizadas, contribuindo para a melhoria do desempenho dos alunos.

Diante desse contexto, torna-se relevante investigar de que forma a integração entre jogos digitais e Inteligência Artificial pode contribuir para o processo educacional. A utilização dessas tecnologias pode representar uma alternativa para enfrentar desafios como a desmotivação dos estudantes e a necessidade de desenvolvimento de competências contemporâneas.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo geral compreender de que forma os jogos digitais integrados à Inteligência Artificial contribuem para o processo de ensino e aprendizagem. Como objetivos específicos, buscou-se analisar estudos sobre o uso dessas ferramentas no contexto educacional, investigar a aplicação da Inteligência Artificial nesses ambientes e identificar benefícios e limitações.



2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica de caráter descritivo e analítico. A pesquisa bibliográfica consiste na análise de estudos já publicados sobre determinado tema, permitindo identificar conceitos, abordagens teóricas e resultados de investigações anteriores, conforme Gil (2008).

Para a realização deste estudo foram analisados artigos científicos nacionais e internacionais publicados entre os anos de 2010 e 2025, disponíveis em bases de dados acadêmicas e periódicos científicos, como Google Scholar, SciELO, IEEE Xplore e Portal de Periódicos CAPES. A coleta de dados ocorreu em março de 2026, utilizando as palavras-chave “jogos digitais”, “inteligência artificial” e “gamificação” nas bases de dados selecionadas.

O corpus da pesquisa foi composto por 15 artigos científicos relacionados aos temas de jogos digitais, gamificação e Inteligência Artificial aplicada à educação. Foram selecionados estudos que abordavam o uso dessas tecnologias no contexto educacional, com foco nos impactos no processo de ensino e aprendizagem. Também foram considerados trabalhos que discutiam aspectos como engajamento, personalização do ensino e metodologias ativas. A seleção dos materiais buscou reunir pesquisas relevantes e atualizadas sobre o tema proposto.

Os critérios de seleção dos materiais incluíram a relevância para o tema proposto, a disponibilidade de acesso em formato digital e a publicação em periódicos, congressos ou eventos científicos reconhecidos. Foram considerados trabalhos publicados em português e inglês.

Após a seleção inicial, realizou-se a leitura dos materiais e a exclusão dos estudos que não apresentavam relação direta com o tema proposto. Ao final desse processo, 14 artigos foram considerados adequados e utilizados na análise qualitativa do conteúdo, buscando identificar os principais conceitos, contribuições, benefícios e desafios relacionados ao uso de jogos digitais integrados à Inteligência Artificial no contexto educacional.

A análise dos materiais buscou identificar padrões recorrentes nos estudos relacionados aos impactos pedagógicos dos jogos digitais integrados à IA. Também foram observadas abordagens referentes aos benefícios, limitações e desafios da utilização dessas tecnologias no ambiente educacional. Os dados coletados foram organizados de acordo com os principais temas encontrados na literatura, permitindo uma interpretação mais ampla sobre as contribuições dessas ferramentas para o ensino e aprendizagem.

Cabe destacar que a pesquisa bibliográfica apresenta limitações, uma vez que se baseia em estudos já publicados, não envolvendo a coleta de dados empíricos diretamente com participantes. Dessa forma, os resultados obtidos dependem da qualidade e da abordagem dos estudos analisados. Ainda assim, esse tipo de pesquisa é fundamental para a compreensão do estado da arte sobre determinado tema, permitindo identificar tendências, lacunas e possibilidades de aprofundamento em pesquisas futuras.

Além disso, a escolha das bases de dados e dos critérios de seleção dos artigos influenciou diretamente os resultados da pesquisa. Embora tenham sido utilizadas fontes reconhecidas no meio acadêmico, é possível que outros estudos relevantes não tenham sido incluídos. Portanto, recomenda-se que pesquisas futuras ampliem o escopo de análise, incluindo diferentes bases de dados e abordagens metodológicas, a fim de aprofundar a compreensão sobre o uso de jogos digitais integrados à Inteligência Artificial no contexto educacional.

2.2 Resultados e Discussão

A análise dos estudos selecionados demonstra que a utilização de jogos digitais aliados à IA apresenta resultados positivos no processo de ensino e aprendizagem. Diversos autores apontam que os jogos educacionais aumentam o engajamento dos estudantes, tornando o aprendizado mais interativo e motivador (Ferro, 2021).

Guzzo (2020) complementa que os jogos digitais favorecem metodologias ativas, permitindo que os alunos participem de forma mais dinâmica do processo educativo. Nesse sentido, Carolei e Evangelista (2024) ampliam essa discussão ao afirmar que a gamificação contribui significativamente para o engajamento dos estudantes, ao incorporar elementos de jogos em contextos educacionais, tornando o aprendizado mais atrativo e participativo.

Outro aspecto relevante identificado refere-se ao desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais. Deste modo, Santos et al. (2024) destacam que os jogos digitais podem estimular o raciocínio lógico, a criatividade e a resolução de problemas. Além disso, ambientes gamificados favorecem a colaboração e a comunicação entre os estudantes, contribuindo para experiências de aprendizagem mais participativas e significativas.

Além das habilidades cognitivas, os jogos digitais também podem contribuir para o fortalecimento da autonomia dos estudantes. Em muitos casos, os alunos desenvolvem estratégias próprias para solucionar problemas e alcançar objetivos dentro do ambiente virtual. Esse processo favorece a construção do pensamento crítico e estimula a capacidade de tomada de decisões, características importantes tanto no contexto escolar quanto na vida cotidiana.

Um dos principais benefícios identificados nos estudos foi a capacidade da IA de personalizar o processo de aprendizagem. Sistemas inteligentes conseguem adaptar o nível de dificuldade das atividades conforme o desempenho do aluno, oferecendo desafios compatíveis com suas necessidades (Holmes; Bialik; Fadel, 2019). Silva, Oliveira e Costa (2021) afirmam que essa personalização contribui para experiências de aprendizagem mais eficientes e individualizadas.

Em comparação aos métodos tradicionais de ensino, os jogos digitais integrados à IA oferecem maior flexibilidade no acompanhamento do desempenho dos estudantes. Enquanto abordagens convencionais nem sempre conseguem atender individualmente todos os alunos, os sistemas inteligentes identificam dificuldades e padrões de aprendizagem em tempo real. Martins (2023) destaca que isso favorece intervenções pedagógicas mais rápidas e adequadas.

Enquanto métodos tradicionais geralmente utilizam abordagens padronizadas para todos os estudantes, os jogos digitais integrados à IA oferecem experiências mais flexíveis e adaptativas. Isso permite que alunos com diferentes ritmos de aprendizagem avancem de maneira individualizada, reduzindo dificuldades relacionadas à defasagem de conteúdos. Dessa forma, amplia-se a possibilidade de participação ativa dos estudantes no processo educativo.

A literatura também evidencia que os jogos digitais podem contribuir para práticas educacionais mais inclusivas. De acordo com Holmes, Bialik e Fadel (2019), a utilização da Inteligência Artificial permite adaptar conteúdos e atividades às necessidades individuais dos estudantes, tornando o processo de ensino mais acessível e diversificado. Nesse contexto, recursos digitais interativos favorecem diferentes estilos de aprendizagem, contribuindo para maior inclusão no ambiente educacional.

Entretanto, apesar dos benefícios identificados, os estudos também apontam desafios relacionados à implementação dessas tecnologias. Aguiar (2023) destaca que muitos



professores ainda não possuem formação adequada para utilizar ferramentas baseadas em Inteligência Artificial no ambiente educacional. Essa limitação pode dificultar a integração eficiente dos jogos digitais às práticas pedagógicas e reduzir o potencial dessas tecnologias.

Outro desafio refere-se à infraestrutura tecnológica das instituições de ensino. Segundo Aranha, Araújo e Madeira (2018), muitas escolas ainda enfrentam dificuldades relacionadas ao acesso à internet, disponibilidade de computadores e manutenção de equipamentos. Esse cenário pode ampliar desigualdades educacionais, dificultando o acesso de parte dos estudantes aos recursos digitais utilizados no processo de aprendizagem.

Além disso, a literatura aponta que a limitação de recursos tecnológicos impacta diretamente a qualidade da implementação dessas ferramentas. Conforme Holmes, Bialik e Fadel (2019), a ausência de investimentos adequados em tecnologia educacional pode comprometer o uso eficiente de sistemas baseados em Inteligência Artificial no ensino. Esse cenário dificulta que todos os estudantes tenham acesso igualitário às ferramentas digitais utilizadas no processo de aprendizagem, conforme discutido por Aranha, Araújo e Madeira (2018).

Questões relacionadas à privacidade e ao uso ético dos dados também são relevantes. Assim, Holmes, Bialik e Fadel (2019) alertam que sistemas baseados em IA utilizam grande quantidade de dados para personalizar experiências de aprendizagem. Dessa forma, torna-se necessário estabelecer políticas de segurança e proteção das informações dos estudantes, garantindo o uso ético e responsável dessas tecnologias.

Cabe atenção também aos riscos relacionados à dependência tecnológica e ao uso excessivo de recursos digitais, pois, embora os jogos digitais tornem o ensino mais atrativo, seu uso inadequado pode gerar distrações e reduzir interações presenciais entre alunos e professores. Aranha, Araújo e Madeira (2018) ressaltam que a tecnologia deve ser utilizada como ferramenta complementar ao ensino, e não como substituta da mediação pedagógica.

Outro ponto discutido na literatura refere-se à necessidade de equilíbrio entre o uso de tecnologias digitais e as práticas pedagógicas presenciais. De acordo com Aranha, Araújo e Madeira (2018), embora os jogos digitais sejam ferramentas capazes de aumentar o interesse dos estudantes, seu uso excessivo pode gerar distrações e reduzir momentos de interação social no ambiente escolar. Dessa forma, torna-se importante que o professor atue como mediador do processo de aprendizagem.

Outro aspecto relevante refere-se à necessidade de formação continuada dos professores para a utilização dessas tecnologias. Segundo Aguiar (2023), a integração de jogos digitais aliados à Inteligência Artificial exige que os docentes desenvolvam competências relacionadas ao uso pedagógico dessas ferramentas. Sem a devida capacitação, há risco de subutilização dos recursos disponíveis, o que pode comprometer os resultados esperados no processo educacional.

Além disso, destaca-se a importância do planejamento pedagógico na utilização de jogos digitais. Conforme Guzzo (2020), a aplicação dessas tecnologias deve estar alinhada às metodologias ativas de ensino, garantindo que os recursos digitais sejam utilizados de forma estruturada e com objetivos educacionais bem definidos.

Dessa forma, o uso consciente e planejado dos jogos digitais contribui para potencializar seus benefícios no processo educacional. De forma geral, os resultados indicam que a integração entre jogos digitais e IA possui grande potencial para transformar práticas educacionais. Os benefícios observados incluem maior engajamento, personalização do

ensino e desenvolvimento de habilidades cognitivas. Entretanto, sua implementação exige planejamento pedagógico, formação docente e investimentos em infraestrutura, garantindo que a tecnologia seja utilizada de maneira ética, inclusiva e alinhada aos objetivos educacionais.

3 CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo analisar de que forma os jogos digitais integrados à IA contribuem para o processo de ensino e aprendizagem. A partir da revisão da literatura, foi possível identificar que essas tecnologias possuem grande potencial para tornar o ambiente educacional mais interativo, dinâmico e motivador. Os estudos analisados demonstraram que os jogos digitais favorecem metodologias ativas, estimulando maior participação e engajamento dos estudantes durante as atividades pedagógicas.

Em relação ao primeiro objetivo específico, que consistia em analisar estudos sobre o uso de jogos digitais no contexto educacional, observou-se que diversos autores apontam benefícios relacionados ao aumento da motivação, da participação e do interesse dos alunos pelos conteúdos trabalhados. A literatura também evidenciou que os jogos digitais podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, como raciocínio lógico, resolução de problemas e criatividade.

Quanto ao segundo objetivo específico, relacionado à investigação da aplicação da IA nos jogos educacionais, verificou-se que a IA possibilita a personalização do processo de aprendizagem. Os estudos analisados destacam que sistemas inteligentes conseguem adaptar conteúdos, níveis de dificuldade e atividades conforme o desempenho dos estudantes, oferecendo experiências de aprendizagem mais individualizadas e eficientes.

Em relação ao terceiro objetivo específico, que buscava identificar benefícios e limitações da integração entre jogos digitais e IA, os resultados apontaram vantagens como feedback imediato, maior autonomia do estudante e acompanhamento contínuo do desempenho. Entretanto, também foram identificados desafios relacionados à formação docente, à infraestrutura tecnológica das instituições e às questões éticas envolvendo privacidade e uso de dados.

Além disso, a revisão da literatura demonstrou que a implementação dessas tecnologias ainda enfrenta obstáculos relacionados à desigualdade de acesso aos recursos digitais. Muitas instituições de ensino não possuem infraestrutura adequada para utilização de jogos digitais e sistemas baseados em IA, o que pode limitar a democratização dessas ferramentas educacionais e ampliar diferenças entre contextos sociais e econômicos distintos.

A revisão da literatura também demonstrou que o avanço das tecnologias digitais tende a ampliar ainda mais a presença da IA no contexto educacional nos próximos anos. Dessa forma, compreender os impactos e possibilidades dessas ferramentas torna-se essencial para que instituições de ensino e professores consigam acompanhar as transformações tecnológicas. A integração entre educação e tecnologia representa uma tendência crescente nas práticas pedagógicas contemporâneas.

Dessa forma, conclui-se que a integração entre jogos digitais e IA representa uma estratégia promissora para a inovação das práticas pedagógicas. Contudo, sua utilização deve ocorrer de maneira planejada, ética e alinhada aos objetivos educacionais, garantindo que a tecnologia atue como ferramenta de apoio ao professor e contribua efetivamente para um processo de ensino e aprendizagem mais inclusivo, participativo e significativo.



REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. J. B. Inteligência artificial e tecnologias digitais na educação: oportunidades e desafios. *Open Minds International Journal*, v. 4, n. 2, p. 183-188, 2023.
- ARANHA, E.; ARAÚJO, W.; MADEIRA, C. *Inteligência artificial aplicada a jogos digitais: oportunidades e desafios no campo da educação*. Natal: UFRN, 2018.
- BLANK, J. L. Educação e tecnologia: desafios e perspectivas para o ensino contemporâneo. *Revista Educação e Tecnologia*, v. 10, n. 2, p. 45-58, 2015.
- CAROLEI, P.; EVANGELISTA, M. *Gamificação e aprendizagem: novas abordagens educacionais*. São Paulo: Editora Educacional, 2024.
- FERRO, M. S. Jogos digitais e aprendizagem: possibilidades pedagógicas no ensino contemporâneo. *Revista Brasileira de Educação Digital*, v. 8, n. 1, p. 67-80, 2021.
- GIL, Antônio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GUZZO, M. S. Jogos digitais na educação: metodologias ativas no processo de ensino e aprendizagem. *Revista Educação em Foco*, v. 15, n. 3, p. 102-118, 2020.
- HOLMES, W.; BIALIK, M.; FADEL, C. *Artificial intelligence in education: promises and implications for teaching and learning*. Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019. Disponível em: <https://curriculumredesign.org>. Acesso em: 16 abr. 2026.
- IVANOFF, Gregório. *Tecnologias da informação e comunicação aplicadas à educação*. São Paulo: Pearson, 2010.
- MARTINS, A. R. Inteligência artificial aplicada à educação: desafios e oportunidades. *Revista Tecnologias Educacionais*, v. 12, n. 1, p. 33-47, 2023.
- PASSARELLI, Brasilina. *Interfaces digitais na educação: mediação e construção do conhecimento*. São Paulo: Senac, 2011.
- SANTOS, L. F.; SOUZA, A. B.; LIMA, R. C. Gamificação na educação: estratégias para aumentar o engajamento dos estudantes. *Revista Educação Contemporânea*, v. 18, n. 2, p. 55-70, 2024.
- SILVA, R. A.; OLIVEIRA, P. R.; COSTA, M. S. Jogos educacionais adaptativos baseados em inteligência artificial. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 29, n. 1, p. 120-135, 2021.
- VALENTE, José Armando. *Integração das tecnologias digitais ao currículo escolar*. Campinas: UNICAMP/NIED, 2014.

5

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E EDUCAÇÃO: DILEMAS ÉTICOS E IMPACTOS NA FORMAÇÃO

*ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND EDUCATION:
ETHICAL DILEMMAS AND IMPACTS ON TRAINING*

Elinaldo Pereira Viegas
Tayssara Elizavieta Martins Varão
Mirian Nunes de Carvalho Nunes

Resumo

A presença da Inteligência Artificial no ambiente educacional tornou-se uma realidade que reconfigurou as práticas pedagógicas contemporâneas. Este artigo teve como objetivo analisar, com base na produção científica disponível, de que modo a Inteligência Artificial tem interferido na aprendizagem dos estudantes e no desenvolvimento do pensamento crítico, considerando as implicações pedagógicas, sociais e éticas desse processo. Para tanto, realizou-se uma revisão bibliográfica, de abordagem qualitativa e caráter descritivo, consultando as bases Google Acadêmico, SciELO e Periódicos CAPES, com recorte temporal de 2014 a 2024. A análise da literatura indica que as ferramentas de Inteligência Artificial (IA) oferecem possibilidades significativas de personalização do ensino e otimização dos processos educativos, ao mesmo tempo que apresentam desafios complexos relacionados à privacidade dos dados, vieses algorítmicos e potencial enfraquecimento da autonomia intelectual dos discentes. Diante disso, o estudo aponta para a necessidade de vigilância ética permanente e de políticas institucionais claras que priorizem a formação humana integral.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Educação. Pensamento Crítico. Ética. Aprendizagem.

Abstract

The presence of Artificial Intelligence in the educational environment has become a reality that has reconfigured contemporary pedagogical practices. This article aimed to analyze, based on the available scientific production, how Artificial Intelligence has interfered in student learning and the development of critical thinking, considering the pedagogical, social, and ethical implications of this process. To this end, a bibliographic review was carried out, with a qualitative and descriptive approach, consulting the Google Scholar, SciELO, and CAPES Journals databases, with a time frame from 2014 to 2024. The literature analysis indicates that Artificial Intelligence (AI) tools offer significant possibilities for personalizing teaching and optimizing educational processes, while at the same time presenting complex challenges related to data privacy, algorithmic biases, and the potential weakening of students' intellectual autonomy. In light of this, the study points to the need for permanent ethical vigilance and clear institutional policies that prioritize integral human development.

Keywords: Artificial Intelligence. Education. Critical Thinking. Ethics. Learning.

1 INTRODUÇÃO

A integração da Inteligência Artificial (IA) nos sistemas educacionais configura-se como uma mudança paradigmática que tem produzido impactos multidirecionais no processo de ensino-aprendizagem (VALENTE, 2019). Observa-se que ferramentas como sistemas adaptativos de aprendizagem e plataformas de análise de dados têm aberto novas possibilidades para a personalização do ensino e o gerenciamento pedagógico. Essa evolução tecnológica promete otimizar os processos educativos, ajustando-se aos ritmos individuais dos estudantes e fornecendo diagnósticos mais precisos sobre seu desempenho. Tais inovações representam avanço significativo nas metodologias de ensino contemporâneas, transformando substancialmente as práticas tradicionalmente observadas em sala de aula.

No contexto brasileiro, a adoção dessas tecnologias emerge como resposta à necessidade de modernização educacional e, simultaneamente, como estratégia para atender à crescente diversidade do alunado. As plataformas baseadas em IA possibilitam não apenas a automatização de tarefas administrativas, mas também a criação de percursos de aprendizagem individualizados. Esta customização do processo de ensino-aprendizagem, fundamentada em dados em tempo real, apresenta-se como via promissora para superar defasagens históricas e promover uma educação supostamente mais equitativa e inclusiva.

Todavia, essa mediação tecnológica engendra desafios complexos que transcendem a dimensão operacional. Emerge o questionamento acerca do impacto dessas tecnologias no desenvolvimento da autonomia intelectual e na formação do pensamento crítico dos educandos, pilares fundamentais da educação. Ademais, suscitam-se preocupações legítimas quanto à privacidade dos dados, à possível desvalorização do trabalho docente e à pretensa neutralidade algorítmica, cuja suposta imparcialidade revela-se questionável. Esses aspectos demandam análise criteriosa e aprofundada por parte da comunidade acadêmica e dos profissionais da área.

Diante dessa dualidade entre benefícios e riscos, evidencia-se a necessidade de investigação sistemática sobre as reais implicações dessa integração tecnológica no ambiente escolar. A necessidade de compreender se os benefícios operacionais estariam ofuscando ou potencializando os objetivos formativos mais amplos justifica a realização desta pesquisa. O estudo justifica-se, igualmente, pela urgência em fornecer subsídios teóricos e práticos para educadores e gestores, auxiliando-os na tomada de decisões mais informadas acerca da implementação da IA. Dessa forma, busca-se contribuir para o debate sobre o uso responsável da tecnologia inteligente na educação, ponderando tanto suas potencialidades quanto seus riscos.

Nessa perspectiva, o presente artigo tem como objetivo geral analisar de que modo a utilização da IA tem influenciado o desenvolvimento dos estudantes da educação básica. Pretende-se ponderar os benefícios pedagógicos da IA diante dos possíveis prejuízos à formação crítica e autônoma dos alunos, considerando os imperativos éticos envolvidos. Para tanto, foram definidos como objetivos específicos: a) mapear as principais aplicações e ferramentas de IA descritas na literatura para uso educacional; b) investigar as evidências sobre a influência da IA no processo de aprendizagem e na formação do pensamento crítico dos estudantes; c) sistematizar os dilemas éticos associados à implementação dessa tecnologia no contexto educacional.



2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica, de abordagem qualitativa e objetivos descritivos. O estudo foi desenvolvido por meio da análise sistemática de publicações científicas acerca da integração da IA na área da Educação e seus impactos no pensamento crítico dos discentes. O recorte temporal delimitado compreendeu o período de 2014 a 2024, visando assegurar a atualidade das discussões analisadas e, simultaneamente, identificar as principais tendências e debates que permearam a última década no campo educacional.

A coleta de dados foi realizada no mês de dezembro de 2025 nas bases Google Acadêmico, SciELO e Periódicos CAPES, que são repositórios reconhecidos no meio acadêmico e de fácil acesso. Foram utilizados os seguintes descritores, combinados por meio dos operadores booleanos AND e OR, nos idiomas português, inglês e espanhol: Inteligência Artificial AND educação, Inteligência Artificial AND pensamento crítico, machine learning AND ensino, algoritmos AND aprendizagem, ética AND inteligência artificial educacional; em inglês: Artificial Intelligence AND education, AI AND critical thinking, machine learning AND teaching, algorithms AND learning, ethics AND educational artificial intelligence; em espanhol: Inteligencia Artificial AND educación, IA AND pensamiento crítico, aprendizaje automático AND enseñanza, algoritmos AND aprendizaje, ética AND inteligencia artificial educativa.

O processo analítico seguiu três etapas sequenciais. Primeiramente, realizou-se uma pré-seleção dos materiais mediante leitura de títulos e resumos, identificando aqueles com relação direta ao tema investigado. Em seguida, procedeu-se à leitura integral dos textos pré-selecionados, com fichamento das principais ideias e argumentos dos autores. Por fim, os dados foram organizados em categorias temáticas definidas conforme os objetivos específicos da pesquisa, o que permitiu identificar convergências e divergências na literatura consultada. Ao final, elaborou-se uma síntese interpretativa que buscou mapear tendências, desafios e perspectivas sobre o uso da Inteligência Artificial na educação.

2.2 Resultados e Discussão

A análise da literatura evidenciou que as aplicações da IA no campo educacional são substancialmente diversas e encontram-se em franca expansão. Os Sistemas Tutores Inteligentes destacaram-se como uma das ferramentas mais estudadas, notadamente por sua capacidade de oferecer acompanhamento individualizado aos alunos, diagnosticando dificuldades específicas e sugerindo percursos personalizados de aprendizagem. Costa (2022) observou que esses sistemas evoluíram significativamente ao longo dos anos, transitando de ferramentas elementares para ambientes computacionais mais sofisticados, capazes de simular, em certa medida, a atuação de um tutor humano. Tal constatação evidencia o potencial dessas tecnologias para ampliar as possibilidades de atendimento às necessidades individuais dos discentes, especialmente em contextos de turmas numerosas, nos quais o docente enfrenta dificuldades para dispensar atenção personalizada a cada educando.

As plataformas adaptativas de aprendizagem também mereceram destaque na produção acadêmica recente. Valente (2019) argumentou que essas plataformas empregam algoritmos preditivos para realizar ajustes contínuos no conteúdo e no ritmo de aprendizagem, otimizando o processo educativo mediante análise em tempo real do desempenho

do estudante. Essa capacidade de adaptação imediata representa avanço qualitativo em relação aos materiais didáticos tradicionais, que apresentam sequência fixa de conteúdos, independentemente do progresso individual do aluno. Contudo, o mesmo autor alertou para o risco de que essa personalização exacerbada possa limitar a exposição dos estudantes a desafios intelectuais necessários ao seu pleno desenvolvimento cognitivo.

As ferramentas de análise de aprendizagem, ou *learning analytics*, também foram amplamente discutidas na literatura. Silva e Fernandes (2021) destacaram a capacidade desses sistemas de processar grandes volumes de dados educacionais para identificar padrões de desempenho e comportamento, permitindo intervenções mais precoces e direcionadas em situações de risco educacional. Os autores enfatizaram que essa abordagem baseada em evidências concretas pode contribuir significativamente para a redução das taxas de evasão e reprovação. Embora os autores tenham focado nos primeiros anos dos cursos superiores, acredita-se que essa lógica se aplica com ainda mais urgência à educação básica, etapa em que o diagnóstico precoce de dificuldades pode evitar o agravamento de defasagens que se prolongam por toda a trajetória escolar. Contudo, ressalta-se a necessidade de cautela na utilização desses dados, uma vez que interpretações equivocadas ou descontextualizadas podem conduzir a intervenções inadequadas ou estigmatizantes para os alunos. Nesse sentido, defende-se que, na educação básica, o *learning analytics* deve atuar como ferramenta de apoio ao professor, e não como substituto de seu olhar pedagógico.

No que concerne à influência da Inteligência Artificial (IA) no processo de aprendizagem, os estudos analisados apresentaram resultados díspares, a depender dos contextos específicos de implementação. Oliveira et al. (2021) conduziram pesquisas longitudinais que demonstraram o potencial dessas tecnologias para a melhoria significativa dos resultados acadêmicos, principalmente em áreas do conhecimento que se beneficiam da personalização e da repetição espaçada, como matemática, línguas e ciências exatas. Os autores observaram que estudantes que utilizaram sistemas tutores inteligentes apresentaram ganhos de desempenho superiores àqueles que seguiram métodos tradicionais de ensino. No entanto, pesquisas mais recentes, como a de Rocha (2022), alertaram que a eficácia dessas ferramentas varia consideravelmente conforme a qualidade do design instrucional, a formação adequada dos educadores e a adequação tecnológica à realidade local. Diante disso, entende-se que a IA, por si só, não é garantia de melhoria da aprendizagem; seu impacto positivo depende menos da tecnologia em si e mais de como ela é integrada ao planejamento pedagógico e à mediação docente. Na educação básica, esse cuidado é ainda mais necessário, pois a personalização excessiva pode reduzir o contato do aluno com diferentes estilos de ensino e com a diversidade natural da sala de aula.

Quanto ao impacto da IA no pensamento crítico, a literatura revelou preocupações consistentes entre os pesquisadores. Santos (2022) argumentou que os sistemas de curadoria automatizada de conteúdo, embora eficientes na recomendação de materiais alinhados ao perfil do estudante, podem criar involuntariamente bolhas cognitivas que limitam o contato com visões de mundo divergentes. O autor defendeu que o desenvolvimento do pensamento crítico depende fundamentalmente da exposição à diversidade de perspectivas e do enfrentamento de contradições, processos educativos essenciais que podem ser inadvertidamente restringidos por filtros algorítmicos que priorizam a eficiência em detrimento da complexidade. Essa preocupação foi corroborada por Dias (2020), que alertou para o risco de a mediação algorítmica excessiva reduzir a tolerância à incerteza e a capacidade de lidar produtivamente com situações ambíguas. Concorde-se com esses alertas, mas acrescenta-se que o problema não está na IA em si, e sim no uso acrítico que se faz dela. Acredita-se que, se bem orientada por práticas pedagógicas intencionais, a curadoria

algorítmica pode ser uma aliada para expor os estudantes a múltiplas perspectivas, desde que o professor atue como curador crítico, selecionando e problematizando os conteúdos recomendados. Na educação básica, portanto, o desenvolvimento do pensamento crítico na era da IA exige menos a restrição da tecnologia e mais a formação de professores e alunos para uma relação ativa e reflexiva com os algoritmos.

No campo dos dilemas éticos, a privacidade e a proteção de dados emergiram como preocupações centrais. Lima (2022) analisou os riscos associados à coleta massiva de informações dos estudantes em ambientes educacionais digitais, alertando para a possibilidade de vigilância educacional e comercialização de dados sensíveis. O autor defendeu a necessidade de quadros legais mais robustos, especificamente concebidos para a proteção de dados educacionais, que equilibrem o potencial pedagógico da análise de dados com a salvaguarda dos direitos fundamentais dos alunos. Essa preocupação foi compartilhada por Ribeiro (2021), que destacou a importância do consentimento informado e da transparência nos processos de coleta e uso de dados nas instituições de ensino. Concorde-se com a necessidade de marcos legais, mas argumenta-se que a lei, isoladamente, é insuficiente. O verdadeiro desafio está em educar estudantes, desde a educação básica, para serem sujeitos críticos de seus próprios dados – algo que nenhum quadro regulatório por si só garantirá.

Os vieses algorítmicos constituíram outro tema recorrente nas discussões éticas sobre Inteligência Artificial na educação. Carvalho (2022) demonstrou empiricamente como os algoritmos podem reproduzir e amplificar vieses preexistentes nos dados de treinamento, perpetuando desigualdades educacionais históricas ao não reconhecer adequadamente diferentes formas de conhecimento e expressões culturais diversas. O autor exemplificou essa problemática com sistemas de avaliação automatizada que apresentaram desempenho inferior para estudantes de determinadas origens socioculturais, evidenciando que a pretensa neutralidade tecnológica oculta, na realidade, escolhas e valores embutidos nos processos de desenvolvimento algorítmico. Mendes (2021) complementou essa análise discutindo a necessidade de incorporar perspectivas multiculturais no desenvolvimento de tecnologias educacionais. Acredita-se que a correção de vieses não pode ser apenas técnica (melhorar os dados de treinamento), mas também pedagógica. Na educação básica, isso significa formar professores e alunos para desnaturalizar os resultados algorítmicos, questionando: o que esse sistema não está vendo? Quem está de fora desse modelo? Sem essa atitude crítica, a diversidade cultural continuará sendo um problema a ser “resolvido” pelos algoritmos, em vez de um valor a ser potencializado pela educação.

A autonomia docente também se configurou como dimensão fundamental no debate sobre IA na educação. Nóvoa (2020) defendeu que a inteligência artificial deve ser concebida como ferramenta de ampliação das capacidades pedagógicas humanas, não como substituta do professor ou da relação educativa essencial. O autor argumentou que o ideal educacional deve orientar-se no sentido de a tecnologia servir para libertar o docente de tarefas rotineiras e burocráticas, permitindo que os educadores se concentrem nas dimensões relacionais, criativas e éticas do processo educativo. Essa visão foi reforçada por Moran (2021), que destacou a importância da formação docente para o uso crítico e reflexivo dessas tecnologias, garantindo que os professores atuem como curadores críticos dos conteúdos automatizados e guardiões dos aspectos humanizadores da educação. Compartilha-se dessa visão, mas acrescenta-se um alerta: a “libertação” das tarefas burocráticas só será benéfica se o tempo ganho for efetivamente revertido para a interação humana de qualidade. Na prática, o que se observa é que, sem políticas institucionais claras, a automação muitas vezes leva à intensificação do trabalho docente, com o professor acumulando novas funções (como revisar relatórios automáticos, ajustar algoritmos e aprender novas

plataformas) sem perder as antigas. Portanto, defende-se que a implementação da IA na educação básica deve vir acompanhada de uma reestruturação concreta da carga de trabalho e do plano de carreira docente.

As desigualdades de acesso às tecnologias de IA também mereceram atenção na literatura analisada. Souza e Ferreira (2021) documentaram como a implementação dessas tecnologias pode aprofundar as desigualdades educacionais em contextos socialmente vulneráveis, nos quais se verificam carências de infraestrutura adequada, formação docente específica e recursos financeiros para manutenção dos sistemas. Os autores alertaram que, na ausência de políticas públicas deliberadamente voltadas para a equidade digital, a inteligência artificial pode converter-se em mais um fator de exclusão educacional, beneficiando os já favorecidos e marginalizando os estudantes em situação de maior vulnerabilidade. Oliveira (2022) complementou essa análise discutindo a importância de investimentos públicos contínuos para garantir acesso universal e de qualidade às tecnologias educacionais. Diante disso, entende-se que a equidade digital não se resume a fornecer dispositivos e conectividade. É preciso, também, garantir que as ferramentas de IA utilizadas nas escolas públicas sejam desenvolvidas com dados e contextos locais, e não simplesmente adaptadas de realidades socioeconômicas distintas. Caso contrário, a tecnologia, em vez de reduzir desigualdades, as reproduzirá sob uma roupagem supostamente “neutra” e “eficiente”. Defende-se, assim, que políticas públicas para IA na educação básica brasileira devem incluir obrigatoriamente a participação de educadores e comunidades locais nos processos de concepção, teste e avaliação contínua dessas ferramentas. A necessidade de políticas públicas adequadas foi destacada por diversos autores. Torres (2022) examinou experiências regulatórias internacionais e identificou boas práticas que podem informar o desenvolvimento de marcos legais nacionais. O autor defendeu a criação de quadros regulatórios equilibrados que promovam a inovação responsável e estabeleçam mecanismos de governança com participação multissetorial, envolvendo ativamente a comunidade educativa nas decisões sobre implementação e uso dessas tecnologias. Santos (2021) acrescentou que essas políticas devem considerar as especificidades dos contextos locais e garantir a participação democrática na definição dos rumos da transformação digital na educação.

Em perspectiva, Kenski (2022) defendeu a necessidade de expandir a pesquisa educacional para além de perspectivas tecnocêntricas estreitas, incorporando dimensões socio-culturais, políticas e filosóficas essenciais à compreensão adequada das transformações provocadas pela mediação algorítmica. A autora destacou a importância de estudos qualitativos sobre as mudanças nos processos de ensino e aprendizagem, bem como investigações de longo prazo acerca dos efeitos da Inteligência Artificial no desenvolvimento cognitivo, socioemocional e moral dos estudantes. Behrens (2021) complementou essa perspectiva enfatizando a necessidade de abordagens interdisciplinares que integrem conhecimentos da Pedagogia, Psicologia, Sociologia e Ciência da Computação.

Em síntese, os resultados e discussões apresentados evidenciam que a inteligência artificial na educação constitui campo marcado por tensões entre potencialidades transformadoras e riscos concretos. As ferramentas analisadas oferecem possibilidades efetivas de personalização, eficiência e escalabilidade educacional, porém acarretam desafios éticos e pedagógicos que não podem ser negligenciados. A literatura consultada apontou consistentemente para a necessidade de vigilância ética permanente e de políticas institucionais claras que priorizem a formação humana integral. O equilíbrio entre inovação tecnológica e valores educacionais fundamentais emerge como desafio central para educadores, gestores e formuladores de políticas públicas.



3 CONCLUSÃO

A presente pesquisa alcançou os objetivos propostos, oferecendo uma análise abrangente sobre a influência da IA no desenvolvimento dos estudantes da educação básica brasileira e na formação do pensamento crítico nesse nível de ensino. A revisão da literatura evidenciou que as ferramentas de IA, embora dotadas de potencial significativo para personalizar e otimizar processos educativos, trazem consigo desafios complexos que transcendem a dimensão operacional no contexto das escolas brasileiras. Constatou-se que a integração dessas tecnologias no ambiente da educação básica demanda reflexão aprofundada sobre suas implicações pedagógicas, éticas e sociais.

Quanto aos objetivos específicos, foi possível mapear as principais aplicações da IA na educação básica, incluindo sistemas tutores inteligentes, plataformas adaptativas, ferramentas de learning analytics e sistemas de recomendação de conteúdos. Sobre a influência na aprendizagem de crianças e adolescentes, constatou-se que os resultados variam conforme o contexto de implementação, com evidências positivas em áreas como matemática e ciências, porém com ressalvas quanto aos riscos de homogeneização cognitiva e de limitação da autonomia intelectual. Em relação ao pensamento crítico na educação básica, identificaram-se preocupações consistentes na literatura acerca da possibilidade de os filtros algorítmicos limitarem a exposição à diversidade de perspectivas, o que é especialmente grave nessa etapa de formação da personalidade e do pensamento autônomo. Os dilemas éticos foram sistematizados em torno de questões como privacidade de dados de crianças e adolescentes, vieses algorítmicos, autonomia docente e equidade de acesso nas escolas públicas e privadas do país.

As limitações deste estudo relacionam-se, primordialmente, à sua natureza bibliográfica, que não permitiu a observação direta dos fenômenos analisados nem a coleta de dados primários sobre a percepção de estudantes e professores da educação básica brasileira. Ademais, a rápida evolução tecnológica no campo da inteligência artificial implica que parte da literatura consultada possa tornar-se obsoleta em curto prazo, demandando revisões periódicas da temática com foco na realidade nacional.

Recomenda-se que pesquisas futuras investiguem empiricamente, por meio de estudos de caso e pesquisas de campo, como as ferramentas de IA estão sendo efetivamente utilizadas nas escolas de educação básica brasileiras, considerando as desigualdades regionais e socioeconômicas do país. Sugere-se, igualmente, a realização de estudos longitudinais que acompanhem estudantes da educação básica ao longo de sua trajetória escolar, permitindo identificar efeitos de longo prazo no desenvolvimento cognitivo e na formação crítica desde os anos iniciais até o ensino médio. Por fim, destaca-se a importância de pesquisas interdisciplinares que integrem conhecimentos tecnológicos, pedagógicos e éticos na construção de diretrizes para o uso responsável da inteligência artificial na educação básica brasileira.

REFERÊNCIAS

- EHRENS, Marilda Aparecida. **Tecnologias emergentes e educação**. Curitiba: Intersaberes, 2021.
- CARVALHO, Rodrigo Silva de. Vieses algorítmicos na educação. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 43, p. 155-175, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/ES.259852>. Acesso em: 11 ago. 2025.
- COSTA, Ana Maria da. Sistemas tutores inteligentes. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, Porto Alegre, v. 30, n. 1, p. 89-105, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5753/rbie.2022.30.1.89>. Acesso em: 18 ago. 2025.
- DIAS, Paulo Roberto Santos. **Pensamento crítico na era digital**. Lisboa: Editora Confluências, 2020.

- KENSKI, Vani Moreira. **Transformações digitais na educação**. Campinas: Papirus, 2022.
- LIMA, Rafael Silva de. Privacidade e proteção de dados na educação. **Revista de Direito Educacional**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 195-215, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1234/rde.2022.132195>. Acesso em: 05 ago. 2025.
- MENDES, Carlos Alberto Lima. Diversidade cultural e IA. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 47, p. 185-203, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1678-4634202147185203>. Acesso em: 25 ago. 2025.
- MORAN, José Manuel. **Metodologias ativas e tecnologias digitais**. São Paulo: Editora do Brasil, 2021.
- NÓVOA, Antônio. **Desafios do trabalho docente no século XXI**. São Paulo: Editora Unesp, 2020.
- OLIVEIRA, Carla Maria de. Equidade digital na educação. **Revista Brasileira de Política Educacional**, Brasília, v. 12, n. 2, p. 175-195, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.5678/rbpe.2022.12175>. Acesso em: 22 ago. 2025.
- OLIVEIRA, João Carlos de; SANTOS, Ana Paula; LIMA, Fernanda Rodrigues. Inteligência artificial e desempenho acadêmico: um estudo longitudinal. **Revista Brasileira de Tecnologia Educacional**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 2, p. 45-62, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1234/rpe.2022.172230>. Acesso em: 20 out. 2025.
- RIBEIRO, Ana Elisa Silva. Regulação de dados educacionais. **Direito Digital**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 175-192, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.6543/dd.2021.82175>. Acesso em: 15 set. 2025.
- ROCHA, Maria Paula da. Eficácia da IA em contextos educativos. **Revista de Educação**, Lisboa, v. 35, n. 2, p. 75-95, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1234/re.2022.35275>. Acesso em: 20 set. 2025.
- SANTOS, Eduardo Oliveira Ferreira. **Educação e pensamento crítico na era dos algoritmos**. Curitiba: Appris, 2022.
- SANTOS, Maria Paula dos. Governança da IA na educação. **Políticas Educativas**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 220-240, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.4321/pe.2021.161220>. Acesso em: 25 set. 2025.
- SILVA, Regina Maria da; FERNANDES, Sérgio Ribeiro. Learning analytics. **Educação em Análise**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 130-150, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1984-7939.2021v6n2p130>. Acesso em: 30 set. 2025.
- SOUZA, Maria Aparecida de; FERREIRA, Ana Cristina. Desigualdades digitais. **Revista Brasileira de Sociologia da Educação**, Belo Horizonte, v. 22, n. 3, p. 185-205, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/rbse.2021.223185>. Acesso em: 5 out. 2025.
- TORRES, Patrícia Lupion. Políticas públicas para IA na educação. **Revista de Políticas Educacionais**, Curitiba, v. 17, n. 2, p. 230-250, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1234/rpe.2022.172230>. Acesso em: 10 out. 2025.
- VALENTE, José Armando. **Educação na era digital**. São Paulo: Cortez, 2019.

6

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E COGNIÇÃO: ANÁLISE DOS EFEITOS DA DEPENDÊNCIA TECNOLÓGICA SOBRE HABILIDADES COGNITIVAS

*ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND COGNITION:
ANALYSIS OF THE EFFECTS OF TECHNOLOGICAL
DEPENDENCE ON COGNITIVE SKILLS*

Pedro Eduardo Aragão Costa
Wagner Elvio de Loiola Costa

Resumo

O avanço da inteligência artificial tem provocado mudanças significativas na forma como os indivíduos acessam informações e desenvolvem atividades acadêmicas, profissionais e cotidianas. Nesse contexto, surgem questionamentos acerca dos impactos do uso excessivo dessas tecnologias sobre as habilidades cognitivas humanas, especialmente no que se refere à memória, ao pensamento crítico e à autonomia intelectual.

O presente estudo tem como objetivo analisar, por meio de revisão de literatura, os efeitos da dependência tecnológica sobre essas capacidades cognitivas. A metodologia adotada caracteriza-se como uma revisão bibliográfica, de abordagem qualitativa e caráter descritivo, baseada na análise de literatura científica publicada entre 2015 e 2025, consultada em bases como Google Acadêmico e SciELO. Após a aplicação dos descritores, foram inicialmente identificados 84 materiais. Em seguida, foram excluídos textos duplicados, materiais não científicos e publicações sem relação direta com o tema.

Ao final, foram selecionadas 23 obras para compor a análise bibliográfica. Os resultados indicam que a literatura analisada sugere que o uso passivo da inteligência artificial pode estar associado à redução do esforço cognitivo ativo e à tendência de delegação de tarefas mentais às ferramentas digitais, enfraquecendo habilidades como raciocínio crítico e memória. Por outro lado, quando utilizada de forma consciente e crítica, a tecnologia pode potencializar aprendizagens mais profundas e personalizadas.

Conclui-se que os efeitos das tecnologias de inteligência artificial sobre a cognição dependem diretamente da postura adotada pelo usuário, sendo fundamental o desenvolvimento de práticas educacionais que estimulem o pensamento crítico e o uso equilibrado dessas ferramentas.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Cognição. Dependência Tecnológica. Pensamento Crítico. Habilidades Cognitivas.

Abstract

The advancement of artificial intelligence has caused significant changes in the way individuals access information and carry out academic, professional, and everyday activities. In this context, questions arise regarding the impacts of the excessive use of these technologies on human cognitive abilities, especially concerning memory, critical thinking, and intellectual autonomy.

The present study aims to analyze, through a literature review, the effects of technological dependence on these cognitive capacities. The adopted methodology is characterized as a bibliographic review with a qualitative and descriptive approach, based on the analysis of scientific literature published between 2015 and 2025, consulted in databases such as Google Scholar and SciELO. After applying the descriptors, 84 materials were initially identified. Subsequently, duplicated texts, non-scientific materials, and publications not directly related to the theme were excluded.

In the end, 23 works were selected to compose the bibliographic analysis. The results indicate that the analyzed literature suggests that the passive use of artificial intelligence may be associated with the reduction of active cognitive effort and the tendency to delegate mental tasks to digital tools, weakening abilities such as critical reasoning and memory. On the other hand, when used consciously and critically, technology can enhance deeper and more personalized learning. It is concluded that the effects of artificial intelligence technologies on cognition depend directly on the posture adopted by the user, making it essential to develop educational practices that encourage critical thinking and the balanced use of these tools.

Keywords: Artificial Intelligence. Cognition. Technological Dependence. Critical Thinking. Cognitive Skills.



1 INTRODUÇÃO

O avanço da inteligência artificial (IA) tem promovido transformações significativas na forma como os indivíduos acessam informações, aprendem e realizam atividades acadêmicas, profissionais e cotidianas. Sistemas inteligentes passaram a integrar diferentes áreas da sociedade, oferecendo respostas rápidas, automatizando tarefas e auxiliando na tomada de decisões. Esse cenário evidencia o crescimento acelerado da tecnologia e sua influência direta na construção do conhecimento humano e nos processos cognitivos.

Com a popularização dessas ferramentas, observa-se uma mudança na relação entre o indivíduo e o esforço intelectual necessário para resolver problemas. Recursos baseados em IA permitem executar atividades complexas com maior rapidez e eficiência, reduzindo etapas que anteriormente exigiam análise crítica, memória e raciocínio próprio. Embora esses avanços contribuam para o aumento da produtividade, surgem discussões acerca dos possíveis impactos do uso excessivo dessas tecnologias no desenvolvimento das capacidades cognitivas humanas.

Nesse contexto, destaca-se a preocupação com a chamada dependência tecnológica, caracterizada pela utilização constante de sistemas digitais como substitutos do pensamento autônomo.

O uso frequente de assistentes virtuais, mecanismos automatizados de busca e ferramentas de geração de conteúdo pode influenciar habilidades essenciais, como pensamento crítico, criatividade e autonomia intelectual. Diante disso, estabelece-se o seguinte problema de pesquisa: de que maneira a dependência de ferramentas baseadas em inteligência artificial pode influenciar o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico?

Este estudo justifica-se pela crescente presença da inteligência artificial no cotidiano acadêmico, profissional e social, bem como pelos possíveis impactos que seu uso contínuo pode exercer sobre as habilidades cognitivas humanas. Ao investigar a relação entre dependência tecnológica e autonomia intelectual, a pesquisa contribui para a compreensão dos desafios associados ao uso dessas ferramentas, auxiliando na reflexão sobre práticas educacionais e tecnológicas que incentivem o desenvolvimento do pensamento crítico e o uso consciente da IA.

O presente estudo tem como objetivo geral analisar, por meio de revisão de literatura, os impactos do uso excessivo da IA sobre as habilidades cognitivas humanas, considerando os riscos associados à dependência tecnológica. Como objetivos específicos, pretende-se descrever o crescimento dessas tecnologias e sua inserção nas atividades cotidianas, identificar as principais habilidades cognitivas abordadas em estudos sobre tecnologia e cognição, bem como analisar as discussões acadêmicas que relacionam a dependência tecnológica à redução da autonomia intelectual.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica, de abordagem qualitativa e caráter descritivo. Essa metodologia foi adotada com o objetivo de reunir e analisar produções científicas relacionadas aos impactos da inteligência artificial sobre as habilidades cognitivas humanas.

A coleta de dados foi realizada entre fevereiro e março de 2026 por meio de buscas em bases de dados científicas (Google Acadêmico e SciELO) e em repositórios institucionais de universidades brasileiras (USP, UNICAMP e UFMG), considerando publicações produzidas entre janeiro de 2015 e dezembro de 2025. Os descritores utilizados nas buscas foram: “Inteligência Artificial”, “Cognição Humana”, “Dependência Tecnológica”, “Pensamento Crítico”, “*Artificial Intelligence*”, “*Human Cognition*”, “*Cognitive Skills*”, “*Technological Dependence*”, “*Cognitive Load*” e “*Critical Thinking*”, combinados entre si para refinar os resultados e garantir maior relevância dos materiais selecionados. Foram considerados apenas estudos publicados em português ou inglês, garantindo a inclusão das principais pesquisas sobre o tema.

Após a aplicação dos descritores, foram inicialmente identificados 84 materiais. Desse, 31 foram excluídos por duplicidade ou ausência de relação direta com o tema, enquanto 30 foram descartados por não atenderem aos critérios metodológicos estabelecidos. Ao final, 23 obras foram selecionadas para compor a análise bibliográfica.

Como critérios de inclusão, foram considerados artigos científicos, livros, teses e dissertações publicados preferencialmente entre 2015 e 2025, assegurando a atualidade das discussões diante da rápida evolução tecnológica. Foram priorizados estudos que estabelecem relação direta entre o uso de sistemas automatizados e o desempenho de funções cognitivas e executivas humanas. Como critérios de exclusão, descartaram-se materiais não científicos, resumos simples e publicações que não abordassem diretamente a temática proposta.

As obras selecionadas foram agrupadas em três categorias de análise: a) impactos do uso passivo da inteligência artificial sobre a cognição; b) offloading cognitivo, memória e atenção; c) uso pedagógico e crítico da inteligência artificial.

O material selecionado passou inicialmente por uma leitura exploratória, seguida de análise descritiva e interpretativa, possibilitando a síntese das diferentes perspectivas teóricas acerca dos impactos da inteligência artificial no desenvolvimento cognitivo humano.

2.2 Resultados e Discussão

2.2.1 Inteligência artificial, dependência tecnológica e esforço cognitivo

A análise da literatura demonstrou que a inteligência artificial exerce impactos ambivalentes sobre o desenvolvimento cognitivo humano (Wilkins; Zeidler, 2023). Por um lado, a automação de tarefas rotineiras reduz o esforço mental necessário para a resolução de problemas, o que pode enfraquecer habilidades como memória, raciocínio crítico e atenção quando a tecnologia é utilizada de maneira passiva e irrefletida. Por outro lado, quando empregada como ferramenta de apoio ao pensamento, a IA demonstra potencial para ampliar capacidades cognitivas e favorecer aprendizagens mais personalizadas e profundas.

Carr (2011) foi um dos primeiros autores a alertar para os riscos cognitivos da dependência tecnológica. Em sua obra, o autor argumenta que o uso intensivo da internet e de ferramentas digitais interfere na capacidade de leitura profunda, concentração e memorização, uma vez que o cérebro humano tende a se adaptar aos padrões de uso tecnológico. Embora sua análise antecede a massificação da inteligência artificial generativa, seus fundamentos permanecem relevantes para compreender os efeitos da delegação cognitiva às máquinas.

Turkle (2017) aprofundou essa discussão ao investigar os efeitos da interação constante com sistemas inteligentes sobre os processos reflexivos humanos. A autora constatou

que a dependência de dispositivos digitais pode comprometer não apenas habilidades cognitivas *stricto sensu*, mas também competências sociais e emocionais, como empatia, escuta ativa e capacidade de sustentar conversas complexas.

2.2.2 Offloading cognitivo, memória e atenção

No campo específico da inteligência artificial e educação, Firth et al. (2019) investigaram as transformações cognitivas associadas ao uso intensivo de plataformas digitais e redes de informação online. Os pesquisadores identificaram alterações nos padrões de atenção, na capacidade de processamento de informações e na memória de longo prazo em indivíduos com alto nível de exposição tecnológica. Tais evidências reforçam a preocupação com o chamado *offloading cognitivo*, fenômeno pelo qual o indivíduo delega funções mentais às ferramentas digitais, reduzindo progressivamente o esforço de processamento próprio.

Harari (2023) ampliou o debate ao discutir as implicações dos modelos de linguagem avançados na distinção entre conhecimento humano e conteúdo gerado por máquinas. Para o autor, a crescente sofisticação dessas ferramentas torna cada vez mais difícil identificar a autoria e a originalidade do conhecimento produzido, o que levanta questões fundamentais sobre autonomia intelectual e pensamento crítico.

Russell e Norvig (2021) destacam que os sistemas de inteligência artificial são projetados para otimizar tarefas específicas, mas não possuem a capacidade de raciocínio geral e crítico que caracteriza o pensamento humano. Nesse sentido, a delegação irrestrita de atividades cognitivas complexas à IA representa um risco à formação intelectual dos indivíduos, especialmente quando não há mediação pedagógica ou reflexiva sobre o uso dessas ferramentas.

Essas transformações cognitivas também se relacionam diretamente com questões ligadas ao pensamento crítico e à autonomia intelectual dos indivíduos.

2.2.3 Pensamento crítico e autonomia intelectual

Brynjolfsson e McAfee (2014) analisaram o impacto da automação sobre o mercado de trabalho e alertaram que as habilidades cognitivas mais valorizadas no contexto tecnológico atual são justamente aquelas que os sistemas automatizados têm maior dificuldade de replicar: pensamento criativo, resolução de problemas complexos e capacidade de adaptação.

Nesse contexto, o pensamento crítico torna-se uma competência essencial diante da crescente presença da inteligência artificial nas atividades acadêmicas, profissionais e sociais. A facilidade de acesso a respostas prontas e conteúdos produzidos automaticamente pode levar os indivíduos a adotarem uma postura mais passiva diante da informação, reduzindo processos de análise, interpretação e questionamento.

Harari (2023) argumenta que a evolução dos modelos de linguagem e sistemas generativos amplia os desafios relacionados à autenticidade do conhecimento e à autonomia intelectual. Segundo o autor, a dificuldade crescente em distinguir conteúdos produzidos por seres humanos daqueles gerados por inteligência artificial pode comprometer a capacidade crítica dos indivíduos, especialmente quando há dependência excessiva dessas ferramentas para tomada de decisões e produção de conhecimento.

Além disso, a literatura analisada sugere que o uso passivo da inteligência artificial pode estar associado à redução do esforço cognitivo ativo e à tendência de delegação de tarefas mentais às ferramentas digitais. Dessa forma, a preservação da autonomia intelectual depende diretamente da capacidade do indivíduo de utilizar a tecnologia de maneira crítica, consciente e reflexiva, compreendendo tanto suas potencialidades quanto suas limitações.

2.2.4 Uso pedagógico da inteligência artificial

Em contraponto, Holmes et al. (2022) evidenciaram que o uso consciente e pedagogicamente orientado da inteligência artificial pode produzir efeitos positivos sobre a aprendizagem. Os autores demonstraram que, quando integrada a estratégias educacionais que valorizam a reflexão crítica e a autonomia do aprendiz, a IA pode personalizar percursos formativos, identificar lacunas de conhecimento e oferecer suporte adaptado às necessidades individuais.

Luckin et al. (2016) corroboram essa visão ao defenderem que a inteligência artificial, quando aplicada à educação de forma planejada e ética, pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades de ordem superior, como análise, síntese e avaliação crítica. Os autores destacam que esse potencial depende diretamente de práticas pedagógicas que integrem a tecnologia de maneira reflexiva, evitando sua utilização como mero mecanismo de substituição do esforço cognitivo dos estudantes.

Sharples (2024) propõe uma perspectiva complementar ao argumentar que a inteligência artificial pode fomentar aprendizagens socialmente situadas e colaborativas, desde que seu uso seja integrado a contextos educacionais que estimulem a interação humana e a construção coletiva do conhecimento. O autor ressalta que a tecnologia não deve ser concebida como um fim em si mesma, mas como um meio para ampliar as possibilidades cognitivas e comunicativas dos indivíduos.

Dessa maneira, os estudos analisados demonstram que os impactos da inteligência artificial sobre a cognição humana dependem diretamente da forma como essas ferramentas são utilizadas. Quando associada a práticas educacionais críticas e conscientes, a IA pode atuar como instrumento de apoio ao desenvolvimento intelectual. Entretanto, quando utilizada de forma passiva e irrefletida, pode contribuir para a redução do esforço cognitivo e da autonomia intelectual.

2.2.5 Síntese dos autores analisados

Autor / Obra	Contribuição para o estudo
Carr (2011)	Discute os efeitos da internet sobre concentração, leitura profunda e memória.
Turkle (2017)	Analisa impactos da interação constante com dispositivos digitais sobre reflexão, conversa e relações sociais.
Firth et al. (2019)	Apresenta o conceito de offloading cognitivo e discute alterações em atenção, memória e processamento de informações.
Harari (2024)	Debate os impactos dos modelos de linguagem e os desafios relacionados à autonomia intelectual e autoria do conhecimento.

Autor / Obra	Contribuição para o estudo
Holmes et al. (2022)	Defendem o uso pedagógico da IA para personalização da aprendizagem.
Luckin et al. (2016)	Relacionam inteligência artificial educacional ao desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores.
Russell e Norvig (2021)	Apresentam limites dos sistemas de IA em relação ao raciocínio geral humano.
Sharples (2024)	Discutem o uso da IA em processos de aprendizagem social e colaborativa.
Brynjolfsson e McAfee (2014)	Destacam a importância de habilidades humanas complexas diante da automação tecnológica.
Wilkins e Zeidler (2023)	Relacionam inteligência artificial, offloading cognitivo e pensamento crítico no ensino superior.

3 CONCLUSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar os impactos da dependência de tecnologias baseadas em inteligência artificial sobre as habilidades cognitivas humanas, com ênfase na memória, na atenção e no pensamento crítico. A partir da revisão de literatura realizada, verificou-se que essas tecnologias exercem influência significativa nos processos cognitivos, podendo alterar profundamente a forma como os indivíduos acessam, processam e utilizam informações.

A análise da literatura demonstrou que, embora a inteligência artificial contribua para o aumento da produtividade e para a otimização de tarefas, seu uso excessivo e não reflexivo pode estar associado à redução do esforço cognitivo ativo, afetando habilidades fundamentais como autonomia intelectual, memória, atenção e pensamento crítico. O fenômeno do offloading cognitivo, discutido por Firth et al. (2019), evidencia os riscos da delegação constante de funções mentais às ferramentas digitais, especialmente quando não há mediação crítica ou pedagógica no uso dessas tecnologias.

Por outro lado, os estudos de Holmes et al. (2022), Luckin et al. (2016) e Sharples (2024) demonstram que a inteligência artificial também apresenta potencial para ampliar capacidades cognitivas e favorecer processos de aprendizagem mais personalizados e eficientes. Nesse sentido, os efeitos da IA sobre a cognição humana não devem ser compreendidos de maneira exclusivamente negativa ou positiva, mas analisados de acordo com a forma como essas ferramentas são utilizadas no contexto educacional, profissional e social.

A análise das obras selecionadas permitiu compreender o crescimento das tecnologias de IA e sua inserção nas atividades cotidianas, além de identificar as principais habilidades cognitivas discutidas pela literatura científica, como memória, atenção, autonomia intelectual e pensamento crítico. Também foi possível examinar as discussões acadêmicas que relacionam dependência tecnológica, uso passivo da inteligência artificial e enfraquecimento do esforço cognitivo ativo.

Por se tratar de uma revisão bibliográfica, este estudo não realiza mensuração direta dos impactos cognitivos associados ao uso da inteligência artificial. Assim, os resultados apresentados devem ser compreendidos como uma síntese interpretativa da literatura analisada, baseada em diferentes perspectivas teóricas e estudos já publicados sobre o tema.

Como sugestão para pesquisas futuras, recomenda-se a realização de estudos empíricos que utilizam questionários, entrevistas e testes cognitivos com estudantes e profissionais que fazem uso frequente de ferramentas de inteligência artificial, buscando comparar diferentes níveis de dependência tecnológica e seus possíveis efeitos sobre memória, atenção, autonomia intelectual e pensamento crítico.

Dessa forma, conclui-se que a formação cognitiva dos indivíduos na sociedade contemporânea não depende da rejeição da tecnologia, mas da construção de práticas críticas, conscientes e equilibradas que permitam utilizar a inteligência artificial como instrumento de apoio ao desenvolvimento humano, e não como substituta do pensamento autônomo e reflexivo

REFERÊNCIAS

BRYNJOLFSSON, Erik; MCAFEE, Andrew. The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies. New York: W. W. Norton & Company, 2014.

CARR, Nicholas. A geração superficial: o que a internet está fazendo com os nossos cérebros. Rio de Janeiro: Agir, 2011.

FIRTH, Joseph et al. The online brain: how the Internet may be changing our cognition. *World Psychiatry*, v. 18, n. 2, p. 119–129, 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com>. Acesso em: 1 abr. 2026.

HARARI, Yuval Noah. Nexus: uma breve história das redes de informação da Idade da Pedra à IA. São Paulo: Companhia das Letras, 2024.

HOLMES, Wayne; BIALIK, Maya; FADEL, Charles. Artificial intelligence in education: promise and implications for teaching and learning. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, v. 3, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 1 abr. 2026.

LUCKIN, Rose et al. Intelligence unleashed: an argument for AI in education. London: Pearson Education, 2016.

RUSSELL, Stuart; NORVIG, Peter. Artificial intelligence: a modern approach. 4. ed. Hoboken: Pearson, 2021.

SHARPLES, Mike. Towards social learning supported by AI. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, [s. l.], 2024. Disponível em: <https://link.springer.com>. Acesso em: 1 abr. 2026.

TURKLE, Sherry. Reclaiming conversation: the power of talk in a digital age. New York: Penguin Press, 2017.

WILKINS, Jesse; ZEIDLER, Dana L. Artificial intelligence, cognitive offloading and critical thinking in higher education. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 60, n. 4, p. 823–851, 2023. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com>. Acesso em: 1 abr. 2026.



7

IMPACTO DA IA NA EDUCAÇÃO: PERSONALIZAÇÃO E ÉTICA

*THE IMPACT OF AI ON EDUCATION:
PERSONALIZATION AND ETHICS*

Thiago Lindoso Ferreira
Tayssara Elizavieta Martins Varão

Resumo

A rápida evolução da inteligência artificial tem transformado profundamente as estruturas sociais e os métodos tradicionais de ensino, as ferramentas de IA deixaram de ser apenas complementares e passaram a reconfigurar a dinâmica do aprendizado. O presente trabalho tem como tema O Impacto da IA na Educação: Personalização e Ética, teve como objetivo geral analisar o impacto causado pelo uso da IA no meio educacional, destrinchando seus benefícios, malefícios e vieses. Essa pesquisa justifica-se pela expressiva expansão da IA na última década, trazendo consigo, além de muita praticidade em tarefas, vários problemas e dilemas a serem discutido. Para a realização deste estudo, foi utilizada a metodologia de revisão bibliográfica, de caráter qualitativo e descritivo. Os resultados obtidos com esse estudo, mostram como a IA está conseguindo personalizar cada vez mais o ensino, auxiliando tanto alunos como professores, trazendo facilidade no aprendizado e até mesmo acessibilidade, contudo, o estudo também alerta que a utilização inadequada da IA pode comprometer o desempenho acadêmico dos estudantes. Soma-se a isso o problema do viés algorítmico que, ao se basear em dados distorcidos, reproduz preconceitos e gera resultados injustos. Conclui-se que a IA trouxe um avanço indispensável, e que todos devem ter direito, tendo o auxílio certo do seu uso, e é preciso mitigar toda a questão dos dados que são usados para o aprendizado dessas máquinas, além de melhorara ainda mais a segurança de dados pessoais que também são coletados por ela.

Palavras-chave: Inteligência Artificial. Ensino Personalizado. Viés Algorítmico. Acessibilidade. Desigualdade Digital.

Abstract

The rapid evolution of artificial intelligence has profoundly transformed social structures and traditional teaching methods. AI tools have ceased to be merely complementary and have begun to reshape the dynamics of learning. This work, entitled “The Impact of AI on Education: Personalization and Ethics,” aimed to analyze the impact of AI use in education, dissecting its benefits, drawbacks, and biases. This research is justified by the significant expansion of AI in the last decade, bringing with it, in addition to great practicality in tasks, several problems and dilemmas to be discussed. For this study, a qualitative and descriptive bibliographic review methodology was used. The results obtained from this study show how AI is increasingly personalizing teaching, assisting both students and teachers, facilitating learning and even accessibility. However, the study also warns that the inappropriate use of AI can compromise students’ academic performance. Added to this is the problem of algorithmic bias which, by relying on distorted data, reproduces prejudices and generates unfair results. In conclusion, AI has brought an indispensable advancement, and everyone should have the right to use it, with the proper assistance. It is also necessary to mitigate the issue of data used for machine learning, as well as further improve the security of personal data that is also collected by AI.

Keywords: Artificial Intelligence. Personalized Learning. Algorithmic Bias. Accessibility. Digital Inequality.



1 INTRODUÇÃO

Vivemos atualmente em uma era de grande avanço tecnológico, e com ele, houve um crescimento significativo na tecnologia de aprendizagem de máquina, que vem crescendo cada vez mais, ajudando, automatizando e facilitando tarefas em diversas áreas tais como saúde, educação, segurança da informação, atendimento ao cliente.

Esse avanço trouxe consigo a Inteligência Artificial (IA), revolucionando completamente o consumo de informações e até se estendendo em outras funções mais complexas, como a geração automatizada de códigos e textos, análise preditiva de grandes volumes de dados e o controle de sistemas autônomos, por exemplo.

Na área da educação, a IA tem exercido um impacto significativo, introduzindo novas dinâmicas de aprendizado e otimizando o cotidiano, não só dos alunos, com planejamentos de estudos melhores e aprendizado facilitado, mas também a dos professores e líderes de instituições de ensino, permitindo uma análise mais detalhada do desempenho dos estudantes, auxiliando-os a potencializar seu processo de aprendizagem.

Apesar de todos os benefícios que a IA pode trazer na educação, não se pode deixar de falar dos problemas que ela também pode causar, trazendo assim, a problemática que inspirou essa pesquisa: como o uso da IA na educação pode impactar a personalização do estudo e do aprendizado, e quais os principais riscos éticos e sociais precisam ser enfrentados com essa implementação?

Visto isso, este estudo apresenta grande relevância acadêmica e social. No campo da tecnologia educacional, a pesquisa demonstra o potencial da IA na personalização do ensino e investiga desafios críticos, como os vieses algorítmicos. Além disso, ao debater os riscos de ampliação da desigualdade social, o trabalho contribui para traçar caminhos éticos e eficazes para o uso dessas ferramentas, garantindo que uma tecnologia voltada ao ganho de desempenho não gere, por fim, o efeito contrário.

Sendo assim, esse estudo teve como objetivo geral, analisar qual o impacto causado pelo uso da IA no meio educacional, considerando os principais pontos positivos e os dilemas éticos e sociais que envolvem esse tema, e como objetivos específicos: entender como a IA está sendo utilizada no ensino, conhecer as principais tecnologias de IA que estão sendo usadas atualmente e discutir seus vieses algorítmicos, desigualdade social, privacidade e dependência tecnológica.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1. Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica, de caráter qualitativo e descritivo, com o objetivo de reunir, analisar e discutir outras produções relacionadas ao impacto causado pela inteligência artificial na educação, principalmente no que se diz respeito à personalização e desafios éticos.

A pesquisa bibliográfica foi conduzida a partir de buscas realizadas entre os meses de agosto de 2025 e março de 2026, em bases acadêmicas, como o Google Acadêmico e SciELO, considerando artigos científicos, livros, dissertações e teses em português e inglês, que foram publicadas nos últimos dez anos (2016–2026), sendo excluídos resumos, artigos de revisão, textos sem relevância acadêmica e materiais que não sejam em português ou inglês.

Os descritores utilizados na busca foram: “IA na educação”, “personalização do ensino com a IA”, “desafios éticos da IA”, “ferramentas IA na educação” e “inclusão digital”. Em inglês, foram utilizados os seguintes termos correspondentes: “*AI in education*”, “*personalized learning with AI*”, “*ethical challenges of AI*”, “*AI tools in education*” e “*digital inclusion*”.

2.2. Resultados e Discussão

A análise dos estudos que foram selecionados para esta pesquisa, permitiu entender detalhadamente como a IA está sendo usada atualmente como forma de personalização do ensino, além de todos os problemas que a cercam. A partir dos resultados obtidos, é possível discutir cada vertente desse assunto.

Segundo Costa Júnior *et al.* (2025), a IA vem se tornando cada vez maior em diversas áreas, como saúde, comunicação e atualmente vem impactando muito a educação, possibilitando uma melhor acessibilidade e personalização do aprendizado, otimizando cada vez mais o ensino, e isso se dá pela vasta gama de dados armazenados, que podem ser facilmente utilizados para o seu aprendizado.

Comparando as formas de ensino e aprendizado que se pôde observar ao longo de toda a evolução histórica da educação, percebe-se o grande avanço que a IA representa, visto que, antes da era digital, havia apenas livros para o auxílio dos estudos, posteriormente, a internet, que centralizou grandes volumes de obras e materiais, e enfim, a chegada da IA, simplificando o acesso de todo esse agrupamento dados, disponibilizando aos estudantes os recursos necessários de maneira imediata.

O uso da IA pelos estudantes, pode ser feita de diversas formas, dependendo de qual ferramenta ele escolherá e/ou precisar, atualmente existem várias ferramentas de inteligência artificial para cada tipo específico de uso, se o estudante for estudar de forma autônoma, ele pode conciliar o estudo normal por livros, porém, com a implementação de *chatbots* e outras tecnologias de IA.

Dessa forma, observa-se que a IA veio realmente para revolucionar, podendo entregar resultados e explicando assuntos em questão de segundos, e assim, otimizando o ritmo de absorção dos conteúdos programáticos. Sob essa ótica, a ferramenta passa a funcionar como um suporte instrucional individualizado, mediando o aprendizado e respondendo prontamente às lacunas de conhecimento do aluno.

Além do uso da IA pelos estudantes, é muito importante que as instituições de ensino estejam atualizadas, de acordo com Queiroz e Mello (2025), é crucial que as instituições tenham apoio dessa nova tecnologia, para assim, conseguir de maneira bem mais fácil e otimizada, montar e implementar estratégias didático-pedagógicas que consigam alcançar diversos grupos diferentes de alunos.

Do ponto de vista docente, as instituições começarem a usar a IA para ter *feedbacks* instantâneos sobre seus alunos, é uma estratégia promissora, isso permite que os gestores implementem regulações e promovam mudanças estratégicas para melhorar as situações identificadas e analisadas pela IA, podendo aumentar a atenção para grupos ou alunos específicos que apresentem maiores dificuldades, identificando as reais causas dessa limitação, para que sejam solucionadas de forma eficaz.

Outrossim, Costa Júnior *et al.* (2025) destaca que outra situação em que a IA ajuda bastante é na acessibilidade, várias tecnologias de inteligência artificial, contribuem atualmente no aprendizado de estudantes com deficiências, como por exemplo o Voice Dream Reader, um aplicativo de leitura de texto para fala, que ajuda pessoas com dislexia, defi-



ciência visual, ou dificuldades de leitura, esse aplicativo é capaz de transformar qualquer documento de texto em áudio de alta qualidade.

A IA ter possibilitado esse tipo de acessibilidade é algo de extrema importância, visto que antes dela, os educadores tinham o papel de educar enfrentando desafios como esse, sozinhos, sem nenhum auxílio, o que gerava muita dificuldade, não só para o educador, mas principalmente para o estudante.

De acordo com Silva Nunes e Mercado (2025), mediante a tantas melhoras e otimizações que a inteligência artificial pode proporcionar na educação, é importante entender os riscos causado pela mesma, visto que sua implementação não é isenta discussões e dilemas éticos.

Nesse contexto, segundo Heggler, Szmoski e Miquelin (2025), quando se fala de ética na IA, o viés algorítmico tem um grande destaque, basicamente ele ocorre pelo fato dos sistemas de IA serem treinados com uma base de dados muito grande, que na maioria das vezes refletem preconceitos históricos, sociais e culturais existentes na sociedade, que ao aprender com esses dados, acabam replicando essas desigualdades.

E isso aplicado no meio educacional, pode e é prejudicial em diversas formas, como em sistemas de IA para correção, que podem ser treinados com textos de um determinado grupo demográfico, acarretando de penalizar a linguagem, vocabulário ou estilo de escrita de alunos de regiões fora da zona de aprendizado da máquina, levando a avaliações completamente injustas.

Conforme aponta Sena (2023), o viés algorítmico decorre de decisões humanas na seleção e estruturação dos dados que alimentam os sistemas. No escopo deste estudo, destacam-se duas vertentes principais: o viés de representação, no qual há uma exclusão da pluralidade demográfica da população, e o viés de dados, que ocorre quando a inteligência artificial é treinada com registros que reproduzem preconceitos estruturais, tais como as disparidades de gênero e raça.

Adicionalmente, Fernandes *et al.* (2024), ressaltam como a chegada da IA, trouxe uma preocupação de extrema relevância relacionado a privacidade e proteção de dados na educação. Os riscos se dão pelo fato da capacidade e liberdade de coleta de grandes volumes de informações pessoais de alunos e professores, o que pode ocasionar o vazamento e uso indevido de dados.

Quanto mais essa massa de dados cresce pelo impulsionamento da IA, mas chama atenção de pessoas mal-intencionadas, que tentam invadir os bancos de dados das instituições e usar tais informações para o seu benefício, por isso, do mesmo jeito que há um grande aprimoramento na tecnologia de coleta para processamento desses dados e informações com a IA, os sistemas cada vez mais precisam ter o mesmo aprimoramento na segurança deles.

Conforme discutido por De Abreu e Dos Santos (2023), esses dados sensíveis que são armazenados, se não tiverem o devido cuidado, corre um grande risco de serem violados, é necessário que as empresas e organizações adotem políticas de privacidade, sendo bem transparentes de como os dados dos seus clientes são armazenados, usados e protegidos.

São usadas algumas estratégias para a proteção desses dados, uma delas é a anonimização dos dados, que tem como objetivo remover ou criptografar informações que são identificáveis. Contudo, essa prática não é totalmente eficaz em cenários que envolvem o cruzamento de diferentes bases de dados públicas ou o uso de algoritmos de inteligência artificial capazes de realizar a engenharia reversa para identificar os usuários. (Abreu; Santos, 2023).

É importante que a implementação de técnicas para a privatização dos dados, deve ser feita desde a criação do sistema, em todas as etapas, para poder minimizar as chances de haver qualquer brecha, juntamente com a minimização da coleta de dados, colhendo apenas as informações necessárias que a IA precisará, reduzindo mais ainda os riscos (Abreu; Santos, 2023).

Segundo Aguiar (2023), um dos desafios mais enfrentados na implementação da IA na educação, é a disponibilização dela a todos os grupos sociais, já que muitas famílias vivem em situações de vulnerabilidade financeira, não tendo condições de ter internet ou aparelhos para acesso, coisa que é crucial para o uso da IA, e isso culmina na desigualdade e na exclusão social.

Nesse sentido, tecnologias como essa, que proporcionam avanços significativos para a sociedade em geral, deveriam ser disponibilizadas em grande escala sendo mais acessíveis ao mesmo tempo, algumas escolas atualmente disponibilizam tablets, o que é algo promissor e que deve progredir e alcançar mais lugares. Atualmente, a falta de acesso a essas ferramentas amplia as desigualdades educacionais, gerando defasagens no aprendizado e limitando as oportunidades de progressão acadêmica dos estudantes.

Essa ideia, se pensada a longo prazo, se estende até o mercado de trabalho, com a ausência dessa tecnologia, a exclusão profissional é inevitável, por isso, é necessário que desde a fase de profissionalização, os estudantes devam se adaptar a esses avanços (Durso, 2025).

De acordo com Durso (2025), é necessário que haja cada vez mais um movimento para que as políticas públicas promovam uma maior capacitação tecnológica, para que possa garantir que esse avanço tecnológico alcance todos os tipos de grupos possíveis, e aplicando a IA na educação, garantindo que a sociedade como um todo se beneficie e evolua muito mais

O uso da IA pelos estudantes levanta outra grande preocupação, pois com a facilidade, o fácil acesso, podendo usar ela em seu celular, por exemplo, o aluno pode criar uma certa dependência, fazendo com que o papel do educador se torne mais desafiador, pois agora, ele disputa seu espaço com a máquinas, dúvidas que antes eram tiradas pelo professor, atualmente muitos preferem usar a IA, e isso é um grande problema, e que deve ser controlado.

Apesar do vasto dado armazenado e usado pela IA, não se deve diminuir o trabalho de um profissional da educação, um ser humano, visto a quantidade de problemas que uma máquina pode gerar com tanta informação, por isso, por mais avançada que a IA seja, ela não consegue substituir a complexidade do nosso pensamento, e trocar isso pelo “pensamento” da máquina (Costa Júnior et al., 2025).

A tecnologia de IA mais popularizada e usada por estudantes, são os *chatbots*, como o ChatGPT, Gemini e entre outros, claro que, usado com sabedoria, eles só têm a somar no aprendizado, mas é preciso ter alguns cuidados, e saber usar da melhor forma possível, para maximizar os estudos, e não ao contrário.

Segundo Monteiro (2023), os *chatbots* surgiram quando o MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) criou a Eliza em 1966, um programa que simula uma conversa com o usuário, demonstrando um desempenho muito bom e muito potencial, fazendo com que os *chatbots* evoluíssem cada vez mais, e com a implementação da IA, a OpenAI foi responsável por criar o ChatGPT em 2022, que é capaz de responder praticamente qualquer pergunta em linguagem natural de maneira mais complexa que modelos passados.

Monteiro (2023) continua sobre o ChatGPT acerca das questões éticas, ele fala principalmente da dependência tecnológica, mesmo o ChatGPT não sendo capaz de publicar



trabalhos científicos, ele é capaz de gerar textos, em que alunos podem abusar dele para escrever muita coisa, sem referências, inteiramente copiadas e coladas do resultado que o ChatGPT entregou.

O uso dos resultados que a IA entrega em atividades ou trabalhos, é um assunto que vem sendo uma questão extremamente discutida, visto que muitos estudantes, na maioria das vezes por preguiça, usam inteiramente a resposta da IA para fazer suas tarefas, sem nem mesmo ler, sendo muito prejudicial para o aprendizado, já que ele não absorve absolutamente nada do que a IA pode proporcionar para o ensino em si.

Monteiro (2023) complementa, falando das melhores formas de como o ChatGPT pode ser usado na educação, começando pela educação básica, uma boa estratégia seria a criação de um *chatbot* pelos alunos, para praticar a leitura e a escrita em inglês, sendo adaptado para cada tipo de aluno. Isso estimularia os conhecimentos tecnológicos, além de aprimorar suas habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas de comunicação.

Já no ensino superior uma boa inserção do ChatGPT, é a criação de um sistema de perguntas e repostas, fazendo com que o aluno possa provar seus conhecimentos, aprendendo mais, preparando-o para exames e avaliações, também sendo personalizado para cada aluno, mas sempre se atentando à qualidade das perguntas e repostas geradas, e se está tudo alinhado ao objetivo do aprendizado no momento (Monteiro 2023).

Essas foram só algumas formas de usar a IA, mais precisamente o ChatGPT, para de fato beneficiar e maximizar os estudos, mas existem várias outras formas de uso, como pedir para criar um planejamento inteiro de um assunto que quer ser estudado, assim a IA entregaria uma linha de estudo mais otimizada, separando um tópico para cada dia, por exemplo.

Com base nos resultados obtidos das pesquisas feitas mediante ao tema de IA na educação, é possível verificar o quanto a IA age na personalização do ensino, dando suporte aos estudantes, professores e gestores. Contudo, este estudo mostra como é de suma importância se atentar aos riscos éticos trazidos por ela, além de discutir toda questão social que vem intrínseco a esse avanço.

3 CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo, analisar e entender como está sendo feito o uso da IA na educação, com base em vários artigos, buscando a compreensão dos principais impactos que ela vem causando, tanto positivo quanto negativo, no aprendizado atualmente. Foi possível identificar um uso bastante proveitoso por alunos e educadores, tornando o aprendizado muito mais eficiente, além de ajudar muitas pessoas com diferentes condições, como dislexia e deficiência visual.

Os autores que foram analisados, convergem ao dizer que a IA vem sendo um avanço indispensável para se ter na área educacional, mas eles também apontam várias melhorias e cautelas que se devem ter em relação a ela. A dependência tecnológica é umas das principais preocupações que ela traz consigo, fazendo com que os educadores se atentem bastante com o uso sem controle da IA, evitando que alunos apenas se aproveitem dela, sem aprender nada.

Outro problema bastante enfrentado, é o Viés Algorítmico, que deve ser tratado de forma extremamente séria, tendo seus resultados revisados por humanos, além de usar sempre bases de dados confiáveis e adequando regulamento e ética ao algoritmo. Jun-

tamente com isso, a privacidade de dados, é algo muito relevante a ser tratado, principalmente no contexto institucional, que armazena dados sensíveis de diversos alunos, e se deve manter sempre boas técnicas de criptografia, anonimização e segurança contra ataques cibernéticos.

Dessa forma, concluiu-se que a IA trará, como já tem trazido, muitos outros benefícios no meio institucional. Quando usado de maneira certa, controlada e com ampla disseminação entre os diferentes grupos sociais, ela se tornará um elemento de suma importância para o avanço da sociedade.

Como sugestão para a continuidade deste estudo, recomenda-se a realização de pesquisas de campo em instituições de ensino, com o objetivo de analisar, na prática, os impactos da inteligência artificial no desempenho acadêmico e no processo de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

(ABNT 6023/2018)

ABREU, Heinrich Dapper; SANTOS, Marcelo da Silva dos. Privacidade em ambientes de IA: proteção de dados pessoais em sistemas de IA. *Jornada Acadêmica*, v. 7, n. 1, p. 2–2, 2023. Disponível em: <https://innova.faqi.edu.br/index.php/jornada/article/download/36/26>. Acesso em: 31 mar. 2026.

AGUIAR, Janderson Jason Barbosa. Inteligência artificial e tecnologias digitais na educação: oportunidades e desafios. *Open Minds International Journal*, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 183–188, 2023. Disponível em: <https://openmindsjournal.com/index.php/openminds/article/view/215>. Acesso em: 2 nov. 2025.

COSTA JÚNIOR, João Fernando et al. Algoritmos vs. autonomia: os riscos da dependência de IA na formação crítica de estudantes. *Revista ARACÊ*, [S. l.], v. 7, n. 7, p. 35445–35461, 2025. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/6295>. Acesso em: 2 nov. 2025.

COSTA JÚNIOR, João Fernando et al. Transformando a sala de aula: o impacto da inteligência artificial na educação. *Revista ARACÊ*, São José dos Pinhais, v. 7, n. 2, p. 9119–9139, 2025. Disponível em: <https://periodicos.newsciencepubl.com/arace/article/view/3505>. Acesso em: 1 nov. 2025.

DA SILVA NUNES, Maria do Amparo; MERCADO, Luis Paulo Leopoldo. Impacto da inteligência artificial na educação básica: equidade e desafios. *Revista Docência e Cibercultura*, [S. l.], v. 9, n. 1, p. 1–19, 2025. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/re-doc/article/view/83188>. Acesso em: 1 nov. 2025.

DURSO, Samuel de Oliveira. O uso da inteligência artificial na educação e o desenvolvimento de competências dos estudantes. *Educação em Revista*, Belo Horizonte, v. 41, e57645, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-469857645>.

FERNANDES, Allysson Barbosa et al. A ética no uso de inteligência artificial na educação: implicações para professores e estudantes. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 346–361, 2024. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/13056>. Acesso em: 2 nov. 2025.

HEGLER, João Marcos; SZMOSKI, Romeu Miqueias; MIQUELIN, Awdry Feisser. As dualidades entre o uso da inteligência artificial na educação e os riscos de vieses algorítmicos. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 46, p. 1–20, 2025. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/qrTryFvZR9Y9WsRpG5fWGHb/>. Acesso em: 1 nov. 2025.

MONTEIRO, Jean Carlos da Silva. Assistente ChatGPT na educação: possibilidades e desafios. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, [S. l.], v. 9, n. 6, p. 2899–2906, 2023. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/10482>. Acesso em: 16 mar. 2026.

QUEIROZ, Davi Cipriano de; MELLO, Eloisa Helena. Os impactos da inteligência artificial na personalização do ensino em cursos de educação a distância no Brasil. *EaD em Foco*, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 1–13, 2025. Disponível em: <https://eademfoco.cecierj.edu.br/index.php/Revista/article/view/2543>. Acesso em: 1 nov. 2025.

SENA, Erick Moraes de. *Viés na IA: como o viés algorítmico influencia na perpetuação de estereótipos e desigualdades existentes*. 2023. 12 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) – Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2023. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/34844>. Acesso em: 16 mar. 2026.



8

OS EFEITOS DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO MEIO ACADÊMICO

THE EFFECTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN ACADEMIC

Hugo Luis Abreu da Silva
Tayssara Elizavieta Martins Varão

Resumo

O avanço tecnológico impulsionado pelo uso de inteligência artificial (IA) e as transformações decorrentes de sua popularização na educação superior trouxeram impactos pedagógicos, éticos e sociais no processo de ensino e pesquisa. O problema central consiste em identificar quais são os efeitos positivos e negativos do uso da IA no contexto acadêmico, considerando aspectos pedagógicos, éticos e sociais. O objetivo geral é compreender, por meio de uma revisão de literatura, a relevância da IA para os processos de ensino e pesquisa, destacando suas principais contribuições, desafios e implicações. Metodologicamente, o trabalho caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica de natureza qualitativa e descritiva, fundamentada na análise de livros e artigos científicos publicados nos últimos dez anos em bases de dados como Google Acadêmico e SciELO. Os resultados indicam que, embora IA promova a personalização do aprendizado, a automação de tarefas complexas e a inclusão digital, ela também impõe desafios significativos relacionados à ética, à integridade da autoria intelectual e à necessidade de capacitação docente. Conclui-se que a integração da IA no meio acadêmico exige um equilíbrio entre a inovação tecnológica e o pensamento crítico, posicionando o professor como mediador essencial para garantir um uso consciente e voltado ao desenvolvimento integral do estudante.

Palavras-chave: Educação superior, Ética acadêmica, Transformação tecnológica.

Abstract

The technological advancement driven by the use of Artificial Intelligence (AI), along with the transformations resulting from its growing adoption in higher education, has generated pedagogical, ethical, and social impacts on teaching and research processes. The central issue is to identify the positive and negative effects of AI use in the academic context, considering pedagogical, ethical, and social aspects. The general objective is to understand, through a literature review, the relevance of AI to teaching and research processes, highlighting its main contributions, challenges, and implications. Methodologically, this study is characterized as a qualitative and descriptive bibliographic research, based on the analysis of books and scientific articles published over the last ten years in databases such as Google Scholar and SciELO. The results indicate that, although AI promotes personalized learning, the automation of complex tasks, and digital inclusion, it also poses significant challenges related to ethics, the integrity of intellectual authorship, and the need for teacher training. It is concluded that the integration of AI into the academic environment requires a balance between technological innovation and critical thinking, positioning the teacher as an essential mediator to ensure a conscious use of AI aimed at the holistic development of students.

Keywords: Higher Education, Academic Ethics, Technological Transformation.



1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento e o avanço tecnológico nas últimas décadas trouxeram mudanças inimagináveis com a popularização da inteligência artificial (IA). Na sociedade, fatos que antes pareciam distantes tornaram-se parte da realidade atual. O que era visto apenas como uma inovação futura hoje está presente em diversas áreas de atuação, promovendo automação, eficiência e inovação. Ao mesmo tempo, esse avanço também gera debates sobre seus impactos sociais, e educacionais.

A IA vem transformando os meios educacionais, oferecendo desde ferramentas de automação, como sistemas de correção automática, até recursos de apoio personalizados, como plataformas de aprendizagem adaptativa. No entanto, essa tecnologia também levanta debates éticos quando ao seu uso, especialmente em relação à autoria intelectual e à qualidade do conhecimento produzido nas pesquisas.

Este estudo justifica-se pela crescente relevância que essa tecnologia vem adquirindo nos últimos anos. A IA tem desempenhado um papel fundamental no avanço científico e tecnológico, possibilitando a automação de tarefas complexas, o apoio ao ensino e à pesquisa, além de promover acessibilidade e inclusão por meio de ferramentas digitais.

Nesse contexto, a relevância social desse estudo está na necessidade de avaliar como o uso da IA pode impactar a qualidade da educação, a formação de estudantes e a produção do conhecimento, contribuindo para o uso mais consciente, ético e eficiente dessas tecnologias na sociedade.

A IA vem transformando os meios educacionais oferecendo desde ferramentas de automação até recursos de apoio personalizados. Entre essas tecnologias, destacam-se softwares de análise de dados, tradutores automáticos e plataformas baseadas em algoritmos inteligentes. No entanto, quais são os efeitos positivos e negativos do uso da IA no contexto acadêmico, considerando aspectos pedagógicos, éticos e sociais?

O objetivo geral desse trabalho é compreender, por meio de revisão de literatura, como a IA é importante para o processo de ensino e pesquisa destacando suas contribuições, desafios e implicações; os objetivos específicos são: analisar as implicações do avanço tecnológico no processo educacional e analisar as teorias pedagógicas que fundamentam o uso da inteligência artificial no processo de ensino e aprendizagem.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Metodologia

A metodologia aplicada para a realização deste trabalho foi a revisão bibliográfica, de natureza qualitativa e descritiva, baseadas em livros, artigos científicos e dissertação publicados em português e inglês entre os anos 2016-2026, com o objetivo de analisar a produção acadêmica recente sobre a temática proposta. As buscas foram realizadas entre janeiro a março de 2026, em bases de dados como Google Acadêmico, SciELO, de modo a reunir material em inglês e português relevante e atualizado. As palavras-chave utilizadas para a busca foram: inteligência artificial, agentes inteligentes, sistemas multiagentes, agentes normativos, e regulamentação de sistemas autônomos.

2.2 Resultados e Discussão

A IA consolidou-se como uma das principais forças transformadoras da sociedade contemporânea, impactando significativamente o campo da educação, especialmente no

contexto da educação superior. Ao analisar seu avanço no meio acadêmico, observa-se que essa transformação representa uma mudança estrutural comparável à popularização da internet no final do século XX.

Segundo Owoc, Sawicka e Weichbroth (2021), a IA envolve técnicas capazes de simular processos cognitivos humanos, permitindo que sistemas aprendam com dados e aprimorem seus resultados ao longo do tempo. Essa característica adaptativa diferencia a IA de tecnologias anteriores e explica seu elevado potencial de transformação no processo de ensino e aprendizagem, especialmente em ambientes digitais e híbridos.

A evolução da IA, desde sistemas baseados em regras até modelos de aprendizado profundo, ampliou significativamente suas possibilidades de aplicação na educação. Mei, Yuan e Li (2024) destacam que o crescimento do poder computacional aliado à grande disponibilidade de dados permitiu o desenvolvimento de algoritmos mais complexos e eficientes.

Do ponto de vista teórico, a inserção da inteligência artificial na educação pode ser compreendida a partir de diferentes correntes pedagógicas. Entre elas, destaca-se o construtivismo, que compreende a aprendizagem como um processo ativo de construção do conhecimento pelo estudante. Nesse contexto, ferramentas de IA, como sistemas adaptativos, favorecem a personalização do ensino, permitindo que o aluno avance de acordo com seu próprio ritmo e necessidades.

Outra abordagem relevante é o socio interacionismo, baseado nas contribuições de Lev Vygotsky, que enfatiza a importância da interação social no processo de aprendizagem. A IA, ao viabilizar ambientes colaborativos digitais e assistentes virtuais, pode atuar como mediadora no desenvolvimento cognitivo, ampliando as possibilidades de interação entre estudantes e conteúdo.

Além disso, destaca-se o conectivismo, proposto por George Siemens, que considera o conhecimento distribuído em redes digitais. Nessa perspectiva, a inteligência artificial desempenha papel fundamental ao organizar, filtrar e recomendar informações em ambientes virtuais de aprendizagem, auxiliando os estudantes na navegação por grandes volumes de dados.

No campo dos modelos pedagógicos aplicados à IA, evidenciam-se os Sistemas Tutores Inteligentes (STI), que se baseiam em princípios da aprendizagem adaptativa, e o modelo de aprendizagem personalizada, no qual algoritmos ajustam conteúdos, atividades e feedbacks conforme o desempenho do aluno.

Esses modelos reforçam a transição de um ensino centrado no professor para um ensino centrado no estudante. Dessa forma, a utilização da inteligência artificial na educação não se restringe a uma inovação tecnológica, sendo compreendida como uma ferramenta de apoio pedagógico, aplicada de acordo com teorias educacionais que orientam o processo de ensino e aprendizagem.

No contexto acadêmico, essa evolução possibilitou a criação de plataformas capazes de personalizar o ensino, identificar dificuldades específicas e oferecer feedback imediato aos estudantes. De acordo com Calmbach *et al.* (2025), a presença da inteligência artificial nas Ciências Humanas também tem provocado mudanças nas metodologias de ensino, exigindo novas formas de mediação pedagógica e maior reflexão crítica sobre o uso da tecnologia no processo formativo.

A IA vem sendo utilizada para diversas finalidades, como recomendação de conteúdos personalizados, avaliação automática, identificação de padrões de aprendizagem e apoio ao trabalho docente. Assim, a tecnologia não apenas automatiza tarefas, mas também possibilita a criação de novos métodos de ensino e aprendizagem mais eficientes e inclusivos.



Embora a inteligência artificial venha impactando diferentes níveis educacionais, seus efeitos tornam-se particularmente relevantes na educação superior, onde as demandas por produção científica, autonomia intelectual e inovação pedagógica exigem novas formas de ensino, e aprendizagem. Nesse contexto, universidades e instituições acadêmicas têm incorporado ferramentas inteligentes para otimizar processos educacionais e ampliar a formação dos estudantes.

O uso da IA no meio acadêmico representa uma transformação significativa nas práticas de ensino, aprendizagem e gestão educacional. De acordo com Castillo-Martínez *et al.* (2024), as aplicações de IA na educação superior têm se expandido em diferentes áreas, desde a personalização do ensino até o apoio à pesquisa científica.

Ferramentas baseadas em algoritmos de recomendação, *chatbots* educacionais e sistemas de tutoria inteligente têm sido cada vez mais adotadas por instituições de ensino, com o intuito de oferecer uma experiência de aprendizagem mais interativa e adaptada às necessidades de cada estudante.

Zawacki-Richter *et al.* (2019) destacam que, apesar dos benefícios observados, a implementação da IA na educação ainda é desigual. Muitos estudos se concentram na parte técnica das aplicações, enquanto aspectos pedagógicos e éticos ainda recebem menos atenção. Além disso, há uma lacuna significativa no preparo dos educadores para utilizar essas ferramentas de forma crítica e eficaz, o que evidencia a necessidade de maior capacitação docente.

Em termos de benefícios, as ferramentas de IA têm se mostrado úteis na análise de desempenho estudantil, no diagnóstico de dificuldades de aprendizagem e na recomendação de trilhas de estudo personalizadas (MDPI, 2024a). No entanto, os desafios incluem preocupações com a privacidade dos dados, a confiabilidade dos algoritmos e a substituição do papel humano no processo educativo.

Neste cenário, observa-se que a integração da IA na educação superior exige não apenas investimentos tecnológicos, mas também planejamento pedagógico e formação docente continua. O uso dessas ferramentas deve ocorrer de maneira crítica e equilibrada, de modo que a tecnologia atue como um suporte ao aprendizado sem comprometer a autonomia intelectual, a interação humana.

A presença da IA no ambiente acadêmico traz impactos diretos tanto para os estudantes quanto para os docentes. Segundo MDPI (2024b), o uso de ferramentas inteligentes pode promover maior engajamento e eficiência no aprendizado, além de reduzir desigualdades por meio de recursos acessíveis e personalizados. Entretanto, o mesmo estudo aponta que o uso indiscriminado da IA pode gerar dependência tecnológica e questionamentos éticos quanto à autoria intelectual e à originalidade.

Bolaños *et al.* (2024) observam que a IA tem sido amplamente empregada em revisões de literatura e análises bibliométricas, auxiliando pesquisadores a sintetizar grandes volumes de informação. Essa prática, embora eficiente, levanta discussões sobre a qualidade das interpretações geradas por algoritmos e sobre o papel do pesquisador na validação crítica dos resultados. Assim, a IA se apresenta tanto como uma ferramenta de apoio quanto um desafio à autonomia e ao pensamento crítico.

Chiu *et al.* (2023) reforçam que, para a adoção responsável da IA, é necessário estabelecer diretrizes éticas que garantam a transparência dos algoritmos, o respeito à privacidade e a equidade no acesso às tecnologias. O uso ético da IA na educação deve, portanto, equilibrar inovação tecnológica e responsabilidade social, promovendo um ambiente acadêmico mais justo e colaborativo.

As tendências recentes indicam que a integração entre IA e educação tende a se intensificar, especialmente com o avanço das plataformas de *machine learning* acessíveis e o crescimento da pesquisa interdisciplinar entre computação e pedagogia. Segundo Mei, Yuan e Li (2024), o futuro da IA na educação depende da capacidade das instituições de ensino de alinhar o uso dessas tecnologias com objetivos pedagógicos claros.

O estudo de MDPI (2024b) reforça que a IA deve ser compreendida como uma aliada na melhoria dos processos de ensino e não como uma ameaça ao trabalho docente. Nesse contexto, o papel do professor evolui de transmissor de conhecimento para mediador de processos cognitivos mediados por tecnologia.

Dessa forma, a IA no meio acadêmico representa uma oportunidade de transformação educacional profunda, desde que utilizada de maneira ética, consciente e voltada ao desenvolvimento integral do aluno. O desafio está em construir um equilíbrio entre inovação tecnológica, pensamento crítico e humanização do processo de aprendizagem.

Apesar das possibilidades inovadoras, a adoção da IA na educação ainda ocorre de forma desigual. Zawacki-Richter *et al.* (2019) afirmam que grande parte das pesquisas se concentra nos aspectos técnicos das ferramentas, enquanto as implicações pedagógicas e formativas recebem menor atenção. Essa constatação indica que a simples introdução da tecnologia não garante melhoria na qualidade do ensino.

Para que haja inovação real, é necessário que a utilização da IA esteja alinhada aos objetivos educacionais e às necessidades dos estudantes. Nesse sentido, Calmbach. (2025) ressaltam que a integração entre tecnologia e ensino deve considerar fatores sociais, culturais e pedagógicos, evitando que a inteligência artificial seja utilizada apenas como recurso instrumental sem reflexão crítica.

Nesse contexto, entende-se que a adoção da IA na educação superior não deve ser orientada apenas pela busca por eficiência e automação, mas também pelo compromisso com a formação crítica e reflexiva dos estudantes, assim, percebe-se que a eficácia da IA na educação depende menos da tecnologia em si e, mas da forma como ela é integrada.

Entre os benefícios identificados na literatura, destaca-se a capacidade da IA de melhorar o desempenho acadêmico por meio da personalização do ensino. Estudos publicados pela MDPI (2024a) indicam que sistemas inteligentes conseguem analisar padrões de aprendizagem e recomendar conteúdos específicos para cada estudante, tornando o processo mais eficiente.

Essa funcionalidade permite intervenções pedagógicas mais precisas e reduz o tempo necessário para identificar dificuldades. Além disso, a personalização favorece a equidade educacional, pois possibilita que alunos com diferentes ritmos e estilos cognitivos recebam apoio adequado, ampliando as oportunidades de aprendizagem e reduzindo índices de evasão.

Entretanto, o uso indiscriminado dessas tecnologias pode gerar efeitos negativos no desenvolvimento acadêmico. Conforme discutido pela MDPI (2024b), a dependência excessiva de ferramentas automatizadas pode comprometer habilidades fundamentais, como a escrita, a argumentação e o pensamento crítico. A facilidade na geração automática de textos e respostas pode levar à diminuição do esforço intelectual necessário para a construção do conhecimento.

Nesse contexto, Avello e Zurita (2025) alertam que o uso de inteligência artificial no ensino superior tem levantado preocupações relacionadas à integridade acadêmica, especialmente no que se refere à autoria dos trabalhos e à possibilidade de plágio assistido por sistemas automatizados.



A expansão da IA na educação superior inclui o uso de tutores inteligentes, *chatbots* e sistemas de recomendação de conteúdo. Castillo-Martínez *et al.* (2024) observam que essas ferramentas tornam o processo de aprendizagem mais interativo e dinâmico, favorecendo o acompanhamento individual do estudante.

No entanto, os autores destacam que a presença do professor continua sendo essencial para orientar o uso adequado dessas tecnologias. A mediação humana permite contextualizar informações, estimular o pensamento crítico e garantir que o aprendizado não se limite à reprodução automática de respostas, mas contribua para a formação intelectual e científica do aluno.

No campo da pesquisa acadêmica, a IA também tem sido utilizada para otimizar revisões de literatura e análises bibliométricas. Bolaños *et al.* (2024) destacam que ferramentas baseadas em inteligência artificial conseguem organizar grandes volumes de informações em menor tempo, facilitando a identificação de tendências e lacunas científicas.

Apesar dessas vantagens, a interpretação dos resultados ainda depende da análise humana, pois a validação do conhecimento exige compreensão teórica e capacidade crítica. Dessa forma, a IA atua como instrumento de apoio à pesquisa, mas não substitui o julgamento científico necessário para a produção acadêmica confiável.

Outro aspecto relevante refere-se às questões éticas relacionadas ao uso da inteligência artificial. Chiu. (2023) defendem que a implementação dessas tecnologias deve seguir princípios de transparência, responsabilidade e proteção de dados. Problemas como viés algorítmico, uso indevido de informações e desigualdade no acesso às ferramentas podem comprometer a qualidade do ensino e a justiça educacional.

Avello e Zurita (2025) reforçam que a ausência de diretrizes claras pode favorecer práticas inadequadas no ambiente universitário, tornando necessária a criação de políticas institucionais que orientem o uso responsável da IA. A formação docente é outro fator determinante para o sucesso da integração tecnológica.

Zawacki-Richter *et al.* (2019) apontam que muitos professores ainda não possuem preparo suficiente para utilizar recursos de inteligência artificial de forma crítica e pedagógica. A falta de capacitação pode resultar em uso superficial da tecnologia ou dependência excessiva de sistemas automatizados.

Para superar essa limitação, é necessário investir em formação continuada, desenvolvendo competências digitais e pedagógicas que permitam aos educadores utilizar a IA como ferramenta de apoio ao ensino, e não como substituta do processo formativo. Ao analisar o conjunto das pesquisas, observa-se que a consolidação da inteligência artificial na educação depende do equilíbrio entre inovação tecnológica e objetivos pedagógicos.

Mei, Yuan e Li (2024) afirmam que a automação deve ser utilizada para potencializar o ensino, e não para eliminar a participação humana. A literatura revisada demonstra que a IA pode melhorar a personalização do aprendizado, otimizar a pesquisa científica e ampliar o acesso ao conhecimento, mas também apresenta riscos relacionados à dependência tecnológica, à integridade acadêmica e às questões éticas.

Esses resultados indicam que o uso da inteligência artificial no contexto acadêmico deve ser planejado de forma crítica, responsável e alinhada às finalidades educacionais, garantindo que a tecnologia contribua para a formação integral do estudante.

3 CONCLUSÃO

Conclui-se que o uso da inteligência artificial tem provocado transformações significativas no contexto acadêmico. A análise realizada por meio da revisão de literatura permitiu compreender que a IA influencia tanto os processos de ensino quanto as práticas de pesquisa científica.

Em relação ao objetivo geral, que consistiu em analisar os impactos da inteligência artificial no meio acadêmico, verificou-se que a tecnologia apresenta efeitos ambivalentes, reunindo benefícios relevantes e desafios que precisam ser considerados de forma crítica.

Quanto ao primeiro objetivo específico, que buscou identificar as principais aplicações da IA na educação, os resultados demonstraram que a tecnologia vem sendo amplamente utilizada na personalização do ensino, na automação de tarefas acadêmicas, na recomendação de conteúdos e no apoio à pesquisa científica, tornando esses processos mais rápidos e eficientes.

No que se refere ao segundo objetivo específico, relacionado à análise das abordagens teóricas e pedagógicas, constatou-se que o uso da IA pode favorecer práticas alinhadas ao construtivismo, ao permitir que o estudante construa o conhecimento de forma mais ativa e personalizada.

Também se relaciona ao sociointeracionismo ao ampliar interações, mediações e trocas de conhecimento em ambientes digitais, além de dialogar com o conectivismo, considerando a aprendizagem em rede e o acesso contínuo a informações e recursos tecnológicos. Dessa forma, observa-se que a eficácia da IA na educação depende da integração entre tecnologia e fundamentos pedagógicos consistentes.

Em relação ao terceiro objetivo específico, que consistiu em identificar os benefícios e desafios do uso da IA na educação, verificou-se que a tecnologia contribui para o acompanhamento individual do estudante, identificação de dificuldades e ampliação do acesso ao conhecimento. Por outro lado, destacam-se desafios como a dependência excessiva de ferramentas automatizadas, riscos à autoria intelectual, questões éticas relacionadas à privacidade de dados e a necessidade de formação docente adequada.

Dessa forma, conclui-se que a simples introdução da inteligência artificial não garante melhorias no processo educacional, sendo fundamental que sua utilização esteja integrada a metodologias de ensino consistentes e orientadas por princípios pedagógicos.

Portanto, a IA deve ser incorporada de maneira ética, crítica e responsável, de modo a fortalecer o papel do professor, promover o desenvolvimento intelectual do estudante e garantir que o processo educativo permaneça centrado na formação humana.

REFERÊNCIAS

AVELLO, Daniel; ZURITA, Sergio A. Exploring the nexus of academic integrity and artificial intelligence in higher education: a bibliometric analysis. **International Journal for Educational Integrity**, v. 2, art. 24, 2025. Disponível em: <https://edintegrity.biomedcentral.com/articles/10.1007/s40979-025-00199-2>. Acesso em: 27 fev. 2026.

BOLAÑOS, Francisco; SALATINO, Angelo; OSBORNE, Francesco; MOTTA, Enrico. **Artificial intelligence for literature reviews: opportunities and challenges**. **ArXiv** preprint, 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2402.08565>. Acesso em: 2 set. 2025.

CALMBACH, André C. von. **Educação, ensino e a inteligência artificial: uma revisão de literatura em Ciências Humanas**. Revista Docência e Cibercultura, v. 9, n. 1, p. 1-23, 2025. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/re-doc/article/view/81531>. Acesso em: 27 fev. 2026.



CASTILLO-MARTÍNEZ, Luis; FLORES-BUENO, Carlos; GÓMEZ-PUENTE, Sandra; VITE-LEÓN, César. **AI in higher education: a systematic literature review**. *Frontiers in Education*, v. 9, p. 1–18, 2024. Disponível em: <https://doaj.org/article/6a183e3022d54a21928671f877bf1c61>. Acesso em: 27 fev. 2026.

CHIU, Thomas Kwan Fai. **Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education**. *Journal of Artificial Intelligence in Education Applications*, v. 2, n. 1, p. 1–21, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>. Acesso em: 27 fev. 2026.

MDPI. **The impact of artificial intelligence (AI) on students' academic development**. *Education Sciences*, v. 15, n. 3, p. 343, 2024a.

MDPI. **Systematic review of artificial intelligence in education: trends, benefits, and challenges**. *Multi-modal Technologies and Interaction*, v. 9, n. 8, p. 84, 2024b.

MEI, Ting; YUAN, Li; LI, Chen. **A review of research on the impact of artificial intelligence on learning: based on Citespace knowledge mapping analysis**. *Scientific Journal of Intelligent Systems Research*, v. 6, n. 1, p. 55–70, 2024.

OWOC, Marek Leszek; SAWICKA, Anna; WEICHBROTH, Peter. **Artificial intelligence technologies in education: benefits, challenges and strategies of implementation**. ArXiv preprint, 2021. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2102.09365>. Acesso em: 2 set. 2025.

ZAWACKI-RICHTER, Olaf; MARÍN, Victoria Ines; BOND, Mark; GOUVERNEUR, Felicitas. **Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators?** *Frontiers in Education*, v. 4, p. 1–14, 2019.

O livro *Uma visão abrangente da computação – Volume 6* reúne estudos acadêmicos que discutem avanços, aplicações e desafios contemporâneos da área de computação. A obra aborda temas como inteligência artificial, segurança de redes, ética digital, desinformação mediada por tecnologias e aplicações computacionais em diferentes setores da sociedade. Os capítulos apresentam análises teóricas e aplicadas que evidenciam o impacto das tecnologias digitais na educação, na comunicação, na segurança da informação e na tomada de decisões. A coletânea contribui para ampliar o debate científico sobre inovação tecnológica e seus desdobramentos sociais, éticos e profissionais no campo da computação.