REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA EDUCAÇÃO: DESAFIOS ÉTICOS E PEDAGÓGICOS NA ERA DA AUTOMAÇÃO COGNITIVA

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN EDUCATION: ETHICAL AND PEDAGOGICAL CHALLENGES IN THE AGE OF COGNITIVE AUTOMATION

INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA EDUCACIÓN: DESAFÍOS ÉTICOS Y PEDAGÓGICOS EN LA ERA DE LA AUTOMATIZACIÓN COGNITIVA

Rodrigo Mesquita de Vasconcelos[1], Patrick Robson Saldanha Vasconcelos[2], Valber Jones de Castro[3], Bruno Jeronimo Pereira[4], Francisco Cristiano Sobrinho Silva[5], Jalyson Vieira Lopes[6], Thalyta Allana Almeida Machado[7]

e747494
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i4.7494

PUBLICADO: 04/2026

RESUMO

Considerando o avanço acelerado da Inteligência Artificial (IA) e sua crescente inserção nos ambientes educacionais, emergem questionamentos relevantes acerca de seus impactos éticos e pedagógicos. Objetiva-se analisar os principais desafios associados ao uso de sistemas baseados em IA na educação, com ênfase em aspectos como autonomia docente, privacidade de dados, vieses algorítmicos e transformação das práticas pedagógicas. Para tanto, procede-se a uma revisão bibliográfica qualitativa, exploratória e descritiva, fundamentada em artigos científicos publicados em periódicos de alto impacto nas áreas de Educação e Ciência da Computação. Desse modo, observa-se que a IA apresenta elevado potencial para personalização do ensino, automação avaliativa e suporte à tomada de decisão educacional. Contudo, identificam-se riscos relacionados à opacidade algorítmica, dependência tecnológica e reprodução de desigualdades educacionais. Conclui-se que a adoção ética e pedagógica da IA requer políticas institucionais, formação docente continuada e desenvolvimento de *frameworks* de governança algorítmica educacional.

PALAVRAS-CHAVE: Inteligência Artificial. Educação Digital. Ética Algorítmica. Inovação Pedagógica. Tecnologias Educacionais.

ABSTRACT

Considering the rapid advancement of Artificial Intelligence (AI) and its growing integration into educational environments, relevant questions emerge regarding its ethical and pedagogical impacts. This study aims to analyze the main challenges associated with AI-based systems in education, emphasizing aspects such as teacher autonomy, data privacy, algorithmic bias, and pedagogical transformation. To this end, a qualitative, exploratory, and descriptive literature review was conducted, based on scientific articles published in high-impact journals in Education and Computer Science. The findings indicate that AI holds significant potential for learning personalization, assessment automation, and educational decision support. However, risks related to algorithmic opacity, technological dependency, and the reproduction of educational inequalities were identified. It is concluded that the ethical and pedagogical adoption of AI requires institutional policies,

[1] Mestre em Ciência da Computação, Centro Universitário Ateneu (UniAteneu), Fortaleza, Ceará, Brasil.
[2] Mestre em Informática Aplicada, Universidade Estadual do Ceará (UECE), Fortaleza, Ceará, Brasil.
[3] Mestre em Climatologia, Universidade Estadual do Ceará (UECE), Fortaleza, Ceará, Brasil.
[4] Especialista em Ciência de Dados, Centro Universitário Ateneu (UniAteneu), Fortaleza, Ceará, Brasil.
[5] Graduado em Física, Universidade Estadual do Ceará (UECE), Fortaleza, Ceará, Brasil.
[6] Mestre em Informática Aplicada, Centro Universitário Ateneu (UniAteneu), Fortaleza, Ceará, Brasil.
[7] Graduada em Estética, Centro Universitário Fametro (UniFametro), Fortaleza, Ceará, Brasil.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

continuous teacher training, and the development of educational algorithmic governance frameworks.

KEYWORDS: *Artificial Intelligence. Digital Education. Algorithmic Ethics. Pedagogical Innovation. Educational Technologies.*

RESUMEN
Considerando el avance acelerado de la Inteligencia Artificial (IA) y su creciente inserción en los entornos educativos, surgen cuestionamientos relevantes sobre sus impactos éticos y pedagógicos. El objetivo es analizar los principales desafíos asociados al uso de sistemas basados en IA en la educación, con énfasis en la autonomía docente, la privacidad de datos, los sesgos algorítmicos y la transformación pedagógica. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica cualitativa y exploratoria basada en artículos científicos de alto impacto. Se observa que la IA presenta alto potencial para la personalización del aprendizaje y la automatización evaluativa. Sin embargo, existen riesgos relacionados con la opacidad algorítmica y la desigualdad educativa. Se concluye que su adopción requiere gobernanza, regulación y formación docente.

PALABRAS CLAVE*: Inteligencia Artificial. Educación Digital. Ética. Innovación Pedagógica. Tecnología Educativa.*

1. INTRODUÇÃO

A incorporação da Inteligência Artificial (IA) na educação tem promovido transformações estruturais nos processos de ensino e aprendizagem, reconfigurando práticas pedagógicas, modelos avaliativos e dinâmicas institucionais. Sistemas tutores inteligentes, algoritmos de recomendação de conteúdo e plataformas adaptativas são exemplos de aplicações que ampliam as possibilidades educacionais contemporâneas.

Segundo Luckin *et al.,* (2016), a IA possui potencial para redefinir a educação ao permitir aprendizagem personalizada em larga escala, baseada na análise contínua de dados educacionais. De forma complementar, Holmes, Bialik e Fadel (2019) destacam que tecnologias inteligentes podem apoiar professores na identificação de lacunas cognitivas e no planejamento pedagógico orientado por dados.

Entretanto, o avanço dessas tecnologias suscita preocupações éticas relevantes. Questões relacionadas à privacidade, vigilância educacional e uso de dados sensíveis tornam-se centrais no debate acadêmico (Williamson; Eynon, 2020). Além disso, estudos apontam que algoritmos educacionais podem reproduzir vieses sociais presentes nos dados de treinamento (O'Neil, 2016).

Do ponto de vista pedagógico, a automação de processos avaliativos e instrucionais levanta discussões sobre o papel do professor na mediação do conhecimento. Para Selwyn (2019), a IA não deve substituir a docência, mas sim reconfigurar suas práticas.

Diante desse cenário, estabelece-se a seguinte questão de pesquisa: quais são os principais desafios éticos e pedagógicos decorrentes da adoção da Inteligência Artificial na educação?

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

O objetivo geral é analisar os desafios éticos e pedagógicos associados à implementação da IA em contextos educacionais.

Já os objetivos específicos são:

- Identificar impactos da IA nas práticas pedagógicas;
- Analisar riscos éticos no uso de dados educacionais;
- Discutir vieses algorítmicos e desigualdade educacional;
- Propor diretrizes para adoção responsável da IA.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Fundamentos da Inteligência Artificial na educação

A aplicação da Inteligência Artificial na educação insere-se no campo denominado *Artificial Intelligence in Education* (AIED), cuja origem remonta à década de 1970 com o desenvolvimento dos primeiros Sistemas Tutores Inteligentes (STI). Contudo, é sobretudo na última década, impulsionada pelo avanço do *Machine Learning* e do *Big Data*, que a área atinge maturidade científica e escala de implementação (Luckin *et al.,* 2016).

Holmes, Bialik e Fadel (2019) estruturam a IA educacional em três eixos apoio à aprendizagem, apoio à docência e gestão educacional evidenciando sua abrangência sistêmica. Entretanto, essa categorização tende a enfatizar a funcionalidade tecnológica dos sistemas, enquanto Baker e Inventado (2014) deslocam o foco para a dimensão analítica ao destacar a mineração de dados educacionais como núcleo estruturante da IA educacional.

Essa diferença revela duas perspectivas complementares, porém tensionadas: uma orientada à aplicação pedagógica e outra centrada na capacidade de extração e modelagem de dados. Zawacki-Richter *et al.,* (2019), ao analisarem mais de 140 estudos, corroboram essa tensão ao identificar predominância de aplicações voltadas à eficiência tecnológica — como avaliação automatizada e predição em detrimento de abordagens pedagógicas críticas.

Argumenta-se, portanto, que o campo AIED ainda apresenta assimetria entre desenvolvimento tecnológico e reflexão pedagógica, o que constitui uma lacuna relevante na literatura.

2.2. Personalização da aprendizagem e sistemas adaptativos

A personalização da aprendizagem é frequentemente apresentada como uma das principais promessas da IA educacional. Pane *et al.,* (2017) demonstram empiricamente ganhos significativos em ambientes personalizados, especialmente em disciplinas como matemática e ciências.

Contudo, essa perspectiva otimista deve ser analisada à luz das condições que tornam tal personalização possível. Williamson (2017) introduz o conceito de datificação educacional,

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

destacando que a personalização depende da transformação das interações pedagógicas em dados quantificáveis.

Nesse sentido, observa-se uma tensão estrutural: enquanto Pane *et al.,* (2017) evidenciam ganhos de aprendizagem, Williamson (2017) problematiza os mecanismos que sustentam tais ganhos, especialmente no que se refere à intensificação do monitoramento discente.

Siemens e Baker (2012), ao definirem o *Learning Analytics (*medição, coleta, análise e o relato de dados sobre os estudantes e seus contextos, com o objetivo de entender e otimizar a aprendizagem e os ambientes onde ela ocorre), enfatizam seu potencial para otimizar a aprendizagem por meio de intervenções baseadas em dados. Entretanto, Slade e Prinsloo (2013) contrapõem essa visão ao argumentarem que a coleta massiva de dados pode comprometer princípios fundamentais como autonomia, consentimento e privacidade.

Dessa forma, sustenta-se que a personalização baseada em IA não é um processo neutro, mas depende de uma infraestrutura de vigilância que deve ser criticamente analisada.

2.3. Ética, governança algorítmica e privacidade educacional

O debate ético na IA educacional articula-se em torno de princípios como privacidade, transparência e justiça. Floridi *et al.,* (2018) propõem uma abordagem normativa baseada em beneficência, não-maleficência, autonomia e justiça, estabelecendo fundamentos para uma IA ética.

Entretanto, tais princípios assumem caráter ideal quando confrontados com a realidade sociotécnica dos sistemas de IA. Crawford (2021) argumenta que algoritmos são produtos de contextos sociais e históricos, refletindo desigualdades estruturais presentes nos dados de treinamento.

Essa perspectiva crítica é aprofundada por O'Neil (2016), que demonstra como modelos algorítmicos podem produzir classificações injustas em larga escala, impactando trajetórias individuais de forma significativa. Nesse contexto, observa-se um deslocamento do debate ético de uma perspectiva normativa (o que deveria ser) para uma perspectiva crítica (o que de fato ocorre).

Holmes *et al.,* (2021) propõem *frameworks* de governança algorítmica como resposta a esses desafios, incluindo mecanismos de auditoria, transparência e responsabilização institucional. Contudo, tais *frameworks* ainda carecem de operacionalização em contextos educacionais reais, o que reforça a necessidade de modelos integrados como o proposto neste estudo.

2.4. Transformações pedagógicas e reconfiguração da docência

A inserção da IA na educação não se limita à adoção de novas ferramentas, mas implica uma reconfiguração epistemológica do processo educativo. Selwyn (2019) argumenta que a IA promove a plataformização do ensino, deslocando decisões pedagógicas para sistemas digitais e métricas analíticas.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Essa perspectiva é tensionada por Biesta (2020), que alerta para o risco de redução da educação a indicadores de desempenho, comprometendo dimensões formativas essenciais, como pensamento crítico, autonomia e cidadania.

Por outro lado, Holmes *et al.,* (2019) defendem que a IA pode atuar como tecnologia de ampliação da docência, desde que utilizada como suporte e não substituição.

Essa divergência evidencia uma tensão central no campo:

A IA pode tanto ampliar quanto restringir a prática pedagógica, dependendo das condições institucionais e do modo como é integrada ao processo educativo.

Dessa forma, argumenta-se que o desafio contemporâneo não reside na adoção ou rejeição da IA, mas na construção de modelos que equilibrem automação analítica e humanização pedagógica.

3. MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, exploratória e descritiva, conduzida por meio de uma revisão sistemática da literatura, estruturada conforme as diretrizes do protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), com o objetivo de garantir transparência, rastreabilidade e reprodutibilidade do processo de seleção dos estudos.

3.1. Estratégia de busca

A coleta de dados foi realizada nas bases:

- Scopus
- Web of Science

Foram utilizadas combinações de descritores controlados e termos livres, aplicando operadores booleanos AND e OR, conforme a seguinte estratégia geral de busca:

("Artificial Intelligence" OR "AI") AND ("Education" OR "Learning") AND ("Ethics" OR "Algorithmic Bias" OR "Governance" OR "Learning Analytics")

As buscas foram realizadas nos campos:

- Título (*Title*)
- Resumo (*Abstract*)
- Palavras-chave (*Keywords*)

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

O período de busca compreendeu publicações entre 2016 e 2024, considerando o crescimento recente do campo AIED.

3.2. Critérios de inclusão e exclusão

Inclusão:

- Artigos revisados por pares (*peer-reviewed*);
- Publicações em periódicos indexados nas bases Scopus ou Web of Science;
- Estudos com foco explícito em Inteligência Artificial aplicada à educação;
- Trabalhos que abordem dimensões éticas, pedagógicas ou sociotécnicas;
- Textos disponíveis integralmente em inglês.

Exclusão:

- Trabalhos duplicados entre bases;
- Artigos de opinião, editoriais ou resumos expandidos sem validação científica;
- Estudos exclusivamente técnicos sem relação com contexto educacional;
- Trabalhos que não abordam implicações éticas ou pedagógicas;
- Publicações fora do período estabelecido.

3.3. Processo de seleção dos estudos (Fluxo PRISMA)

O processo de seleção seguiu as etapas recomendadas pelo protocolo PRISMA:

1. **Identificação:** A busca inicial resultou em 412 artigos.
2. **Triagem:** Após remoção de duplicatas, permaneceram 356 estudos.
3. **Elegibilidade:** Após leitura de título e resumo, 128 artigos foram selecionados para análise completa.
4. **Inclusão:** Após leitura integral e aplicação dos critérios de elegibilidade, 42 artigos compuseram a amostra final.

Esse processo assegura transparência e rastreabilidade na seleção dos estudos analisados.

3.4. Avaliação da qualidade dos estudos

Os artigos selecionados foram submetidos a critérios de avaliação de qualidade metodológica, considerando:

- Clareza dos objetivos de pesquisa;
- Adequação metodológica;

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

- Consistência dos resultados apresentados;
- Relevância para o campo da IA na educação;
- Presença de discussão ética ou pedagógica estruturada.

Cada estudo foi analisado qualitativamente, sendo priorizados aqueles com maior rigor científico e impacto teórico.

3.5. Procedimento analítico

Os estudos incluídos foram analisados por meio da técnica de Análise de Conteúdo Temática (Bardin, 2011), permitindo a categorização dos achados em quatro eixos analíticos:

- Benefícios pedagógicos
- Riscos éticos
- Impactos na prática docente
- Lacunas e desafios regulatórios

Essa abordagem possibilitou identificar padrões recorrentes, divergências teóricas e lacunas na literatura.

3.6. Considerações éticas

Por tratar-se de revisão sistemática da literatura, não houve envolvimento direto de seres humanos. Ainda assim, foram observados princípios de integridade científica, transparência metodológica e rastreabilidade das fontes utilizadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura evidencia que a IA educacional opera sob uma tensão estrutural entre inovação pedagógica e governança ética.

4.1. Potencial transformador

Os 42 estudos analisados indicam convergência em três benefícios principais:

- Personalização adaptativa
- Feedback automatizado em tempo real
- Predição de risco acadêmico

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Entretanto, a análise crítica demonstra que tais ganhos são predominantemente medidos por métricas quantitativas de desempenho, havendo escassez de avaliação sobre impactos formativos de longo prazo.

4.2. Benefícios pedagógicos e tecnológicos da IA

Quanto ao potencial transformador da IA nos processos educacionais. Sistemas adaptativos e tutores inteligentes demonstram ganhos consistentes em desempenho acadêmico, retenção e engajamento discente.

VanLehn (2011) demonstrou que sistemas tutores inteligentes podem aproximar-se da eficácia da tutoria humana individual. Pane *et al.,* (2017) identificaram melhorias de desempenho em ambientes personalizados, especialmente em matemática e ciências. Além disso, plataformas baseadas em IA ampliam a capacidade docente de monitoramento contínuo da aprendizagem por meio de dashboards analíticos (Siemens; Baker, 2012).

Tabela 1. Principais benefícios da inteligência artificial na educação

Dimensão	Aplicação da IA	Impactos Observados	Referências
Aprendizagem	Sistemas adaptativos	Personalização de trilhas	Pane et al. (2017)
Avaliação	Correção automatizada	Feedback em tempo real	Holmes et al. (2019)
Predição	Modelos de evasão	Intervenção precoce	Baker & Inventado (2014)
Engajamento	Recomendação de conteúdo	Aumento de participação	Zawacki-Richter et al. (2019)
Gestão	Learning analytics	Suporte decisório	Siemens & Baker (2012)

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3. Riscos éticos e sociotécnicos

Embora os benefícios sejam expressivos, a literatura aponta riscos críticos associados à governança algorítmica educacional.

A coleta massiva de dados estudantis inaugura o fenômeno da datificação educacional (Williamson, 2017), permitindo rastreamento contínuo de comportamento, desempenho e engajamento. Zuboff (2019) associa esse movimento ao capitalismo de vigilância, no qual dados comportamentais tornam-se ativos econômicos.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Tabela 2. Riscos éticos associados à IA na educação

Categoria	Descrição do Risco	Impactos Potenciais	Referências
Privacidade	Coleta massiva de dados	Violação de consentimento	Slade & Prinsloo (2013)
Vigilância	Monitoramento contínuo	Pressão psicológica	Williamson (2017)
Opacidade	Falta de explicabilidade	Decisões injustas	Floridi et al. (2018)
Comercialização	Uso econômico de dados	Exploração discente	Zuboff (2019)
Segurança	Vazamento de dados	Riscos legais	Holmes et al. (2021)

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4. Vieses algorítmicos e justiça educacional

Outro eixo crítico refere-se à reprodução de desigualdades sociais por sistemas algorítmicos.

Crawford (2021) argumenta que algoritmos são treinados com dados históricos permeados por assimetrias estruturais. Assim, modelos preditivos podem reforçar exclusões educacionais. O'Neil (2016) evidencia que classificações automatizadas podem impactar trajetórias acadêmicas de forma irreversível.

Tabela 3. Tipos de vieses em sistemas de IA educacional

Tipo de Viés	Origem	Exemplo Educacional	Impacto
Amostral	Base de dados limitada	Sub-representação social	Predições injustas
Histórico	Dados passados	Reprovação recorrente	Estigmatização
Algorítmico	Modelagem estatística	Classificação automática	Desigualdade
Interpretativo	Uso humano	Decisões enviesadas	Injustiça avaliativa

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5. Impactos na prática docente

A automação educacional redefine a docência contemporânea. Selwyn (2019) descreve a "plataformização do ensino", onde sistemas digitais passam a orientar decisões pedagógicas. Biesta (2020) alerta que a educação não pode ser reduzida à lógica de eficiência mensurável, sob risco de esvaziamento formativo.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Por outro lado, estudos indicam que a IA pode ampliar a capacidade docente quando utilizada como tecnologia de apoio (Holmes *et al.,* 2019).

Tabela 4. Reconfiguração do papel do professor com a IA

Papel Tradicional	Papel Emergente com IA
Transmissor de conteúdo	Curador de conhecimento
Avaliador manual	Analista de dados educacionais
Planejador linear	Designer de experiências
Instrutor	Mediador sociocognitivo

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.6. Implicações para o contexto brasileiro

No Brasil, a implementação da IA na educação deve considerar:

- Lei Geral de Proteção de Dados (Lei nº 13.709/2018)
- Desigualdade digital estrutural
- Formação docente insuficiente em IA

Argumenta-se que, sem políticas públicas estruturadas, a adoção da IA pode ampliar assimetrias educacionais existentes.

4.7. Síntese crítica dos achados

O paradoxo tecnológico-educacional é estruturado em dois polos.

Potenciais:

- personalização;
- escalabilidade;
- precisão avaliativa;
- suporte decisório.

Riscos:

- vigilância;
- vieses;

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

- dependência tecnológica;
- desumanização pedagógica.

Dessa forma, sustenta-se que a integração da IA à educação exige equilíbrio entre eficiência algorítmica e fundamentos humanistas, não sendo suficiente a adoção meramente instrumental dessas tecnologias.

4.8. Proposição do Modelo Integrado de Governança Algorítmica Educacional (MIGAE)

Com base na análise sistemática da literatura, propõe-se o Modelo Integrado de Governança Algorítmica Educacional (MIGAE), estruturado em três eixos interdependentes. O modelo é fundamentado na compreensão da Inteligência Artificial como um sistema sociotécnico (Floridi *et al.,* 2018; Selwyn, 2019), no qual dimensões tecnológicas, pedagógicas e éticas operam de forma integrada e mutuamente condicionada.

Diferentemente de abordagens puramente técnicas, o MIGAE propõe uma articulação institucional entre infraestrutura computacional, práticas pedagógicas e mecanismos de governança normativa, visando à implementação responsável da IA em ambientes educacionais.

4.9. Integração sistêmica dos eixos

Os três eixos do modelo não operam de forma isolada, mas em fluxo contínuo de retroalimentação institucional:

- A **governança ético-regulatória** define diretrizes e limites para uso da IA;
- A **integração pedagógica** traduz essas diretrizes em práticas educacionais concretas;
- A **infraestrutura tecnológica** operacionaliza essas práticas por meio de sistemas e algoritmos.

Nesse sentido, a camada ética regula a pedagógica, que por sua vez condiciona a tecnológica, configurando um sistema hierárquico e interdependente.

4.9.1. Eixo 1 – Infraestrutura tecnológica responsável

Este eixo compreende os mecanismos técnicos necessários para garantir confiabilidade, segurança e auditabilidade dos sistemas de IA.

Componentes:

- Uso de modelos explicáveis;
- Auditoria algorítmica periódica;

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

- Segurança e anonimização de dados.

Indicadores de implementação:

- Percentual de modelos com explicabilidade documentada;
- Frequência de auditorias algorítmicas realizadas;
- Existência de políticas de segurança e anonimização em conformidade com normas legais.

4.9.2. Eixo 2 – Integração pedagógica crítica

Este eixo refere-se à incorporação da IA como tecnologia de apoio ao processo educativo, preservando a centralidade da mediação docente.

Componentes:

- IA como ferramenta de apoio, não substituição;
- Formação docente para leitura crítica de dados;
- Manutenção da autonomia pedagógica.

Indicadores de implementação:

- Percentual de docentes capacitados em IA educacional;
- Grau de uso de sistemas de apoio pedagógico baseados em IA;
- Nível de autonomia docente na tomada de decisão pedagógica.

4.9.3. Eixo 3 – Governança ético-regulatória

Este eixo estabelece as bases normativas e institucionais para uso responsável da IA na educação.

Componentes:

- Conformidade com LGPD;
- Transparência em decisões algorítmicas;
- Criação de comitês institucionais de ética em IA.

Indicadores de implementação:

- Existência de políticas institucionais de governança de IA;
- Grau de transparência dos sistemas utilizados;
- Presença de comitês ou estruturas formais de ética algorítmica.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

4.10. Aplicação institucional do modelo

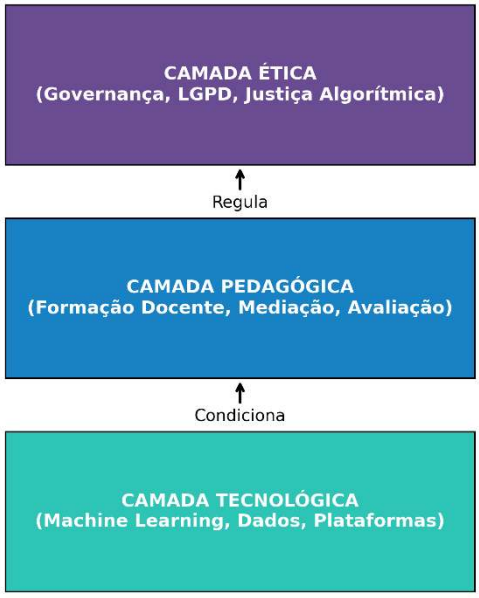
O MIGAE pode ser implementado em instituições de ensino por meio de três etapas:

- Diagnóstico institucional**:** Avaliação do nível de maturidade em IA, dados e governança;
- Planejamento estratégico**:** Definição de políticas, capacitação docente e infraestrutura necessária;
- Monitoramento contínuo**:** Acompanhamento por indicadores de desempenho e auditoria ética.

4.11. Representação estrutural do modelo

O modelo é representado como sistema sociotécnico multicamadas, no qual a camada ética regula a pedagógica, que por sua vez condiciona a tecnológica como apresentado na figura 1.

Figura 1. Modelo Sociotécnico Multicamadas (MIGAE)



Fonte: Elaborado pelo autor.

A proposição do MIGAE constitui a principal contribuição teórica deste estudo ao oferecer não apenas uma estrutura conceitual, mas também diretrizes operacionais e indicadores que possibilitam sua aplicação e avaliação em contextos educacionais reais.

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

5. CONCLUSÃO

A revisão sistemática realizada evidencia que, embora o campo de *Artificial Intelligence in Education* (AIED) apresente avanços significativos em termos de aplicações tecnológicas, persistem lacunas estruturais que limitam sua consolidação como campo integrado entre tecnologia, pedagogia e ética.

De forma geral, observa-se que a literatura ainda apresenta forte orientação para eficiência algorítmica e desempenho mensurável, com menor aprofundamento em fundamentos pedagógicos e epistemológicos da aprendizagem. Essa assimetria se manifesta na baixa integração da IA com abordagens educacionais críticas, como o construtivismo e perspectivas freireanas, bem como na limitada compreensão dos impactos formativos de longo prazo.

Do ponto de vista metodológico, predomina o uso de abordagens quantitativas centradas em métricas de desempenho, havendo escassez de estudos qualitativos, etnográficos e longitudinais que capturem a complexidade das práticas educacionais mediadas por IA. No âmbito tecnológico, desafios como explicabilidade de modelos, auditoria algorítmica e interoperabilidade permanecem como barreiras relevantes para adoção institucional sustentável.

Adicionalmente, a ausência de marcos regulatórios específicos para IA educacional reforça a necessidade de mecanismos de governança que assegurem transparência, responsabilidade e proteção de dados, especialmente em contextos educacionais marcados por desigualdades estruturais.

Nesse cenário, a principal contribuição deste estudo reside na proposição do Modelo Integrado de Governança Algorítmica Educacional (MIGAE), que busca superar a fragmentação identificada na literatura ao articular, de forma sistêmica, três dimensões fundamentais: tecnológica, pedagógica e ético-regulatória.

Diferentemente de abordagens que tratam essas dimensões de forma isolada, o MIGAE propõe um modelo sociotécnico multicamadas, no qual a governança ética regula as práticas pedagógicas, que por sua vez orientam a implementação tecnológica. Essa estrutura permite não apenas compreender, mas também operacionalizar a integração da IA em contextos educacionais de forma responsável e crítica.

Além disso, o modelo avança ao propor indicadores de implementação e diretrizes institucionais, contribuindo para sua aplicabilidade prática e potencial validação empírica futura.

Com base nas lacunas identificadas, delineia-se uma agenda de pesquisa orientada por cinco eixos principais:

- Pedagógico: integração da IA com abordagens críticas de ensino e aprendizagem;
- Ético: operacionalização de princípios de justiça algorítmica em ambientes educacionais;
- Tecnológico: desenvolvimento de modelos explicáveis e auditáveis;

ISSN: 2675-6218 - RECIMA21
Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

- Docente: formação crítica de professores para uso de IA;
- Regulatório: construção de políticas públicas e marcos normativos específicos.

Por fim, conclui-se que o avanço da IA na educação não deve ser orientado exclusivamente por sua capacidade tecnológica, mas pela sua integração a princípios pedagógicos e éticos que garantam uma educação inclusiva, crítica e socialmente responsável.

6. CONSIDERAÇÕES

A Inteligência Artificial representa uma das mais profundas transformações no campo educacional contemporâneo. Seus benefícios são inequívocos em termos de personalização, escalabilidade e suporte analítico.

Contudo, a análise desenvolvida demonstra que a IA educacional não é neutra. Ela opera como tecnologia sociotécnica que reconfigura relações de poder, governança e prática pedagógica.

O presente estudo contribui ao:

1. Sistematizar os principais eixos ético-pedagógicos da IA educacional
2. Identificar lacunas científicas
3. Propor o Modelo Integrado de Governança Algorítmica Educacional (MIGAE)

Conclui-se que o futuro da IA na educação dependerá menos da sofisticação técnica dos algoritmos e mais da capacidade institucional de integrá-los a princípios pedagógicos humanistas e marcos éticos robustos.

REFERÊNCIAS

BAKER, R. S.; INVENTADO, P. S. Educational data mining and learning analytics. **Learning Analytics**, p. 61–75, 2014.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2011.

BIESTA, G. **Educational research**: an unorthodox introduction. London: Bloomsbury, 2020.

CRAWFORD, K. Artificial intelligence is hard to see. **Nature**, v. 589, n. 7842, p. 338, 2021. DOI: https://doi.org/10.1038/d41586-020-03162-8.

FLORIDI, L. *et al.* AI4People—An ethical framework for a good AI society. **Minds and Machines**, v. 28, n. 4, p. 689–707, 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/s11023-018-9482-5.

HOLMES, W.; PORAYSKA-POMSTA, K.; HOLSTEIN, K. Ethics of AI in education: towards a community-wide framework. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, v. 31, n. 3, p. 504–526, 2021. DOI: https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1.

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

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

O'NEIL, C. **Weapons of math destruction**: how big data increases inequality and threatens democracy. New York: Crown Publishing, 2016.

PANE, J. F. *et al.* Informing progress: insights on personalized learning implementation. **Educational Researcher**, v. 46, n. 1, p. 3–14, 2017. DOI: https://doi.org/10.3102/0013189X17692701.

SELWYN, N. What's the problem with learning analytics? **Journal of Learning Analytics**, v. 6, n. 3, p. 11–19, 2019. DOI: https://doi.org/10.18608/jla.2019.63.3

SIEMENS, G.; BAKER, R. S. Learning analytics and educational data mining: towards communication and collaboration. *In:* **Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge**. New York: ACM, 2012. p. 252–254. DOI: https://doi.org/10.1145/2330601.2330661.

SLADE, S.; PRINSLOO, P. Learning analytics: ethical issues and dilemmas. **American Behavioral Scientist,** v. 57, n. 10, p. 1510–1529, 2013. DOI: https://doi.org/10.1177/0002764213479366.

VANLEHN, K. The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. **Educational Psychologist**, v. 46, n. 4, p. 197–221, 2011. DOI: https://doi.org/10.1080/00461520.2011.611369.

WILLIAMSON, B.; EYNNON, R. Historical threads, missing links, and future directions in AI in education. **Learning, Media and Technology**, v. 45, n. 3, p. 223–235, 2020. DOI: https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1798995.

ZAWACKI-RICHTER, O. *et al.* Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. **International Journal of Educational Technology in Higher Education**, v. 16, art. 39, 2019. DOI: https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0.

ZUBOFF, S. **The age of surveillance capitalism**. New York: PublicAffairs, 2019.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.