

A FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA ERA DA EDUCAÇÃO 4.0: TECNOLOGIAS DIGITAIS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL A SERVIÇO DA EDUCAÇÃO INTEGRAL

*TEACHER EDUCATION IN THE ERA OF EDUCATION 4.0: DIGITAL
TECHNOLOGIES AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SERVICE
OF HOLISTIC EDUCATION*

MARCO AURÉLIO OLIVEIRA DIAS

Mestre em Tecnologias Emergentes em Educação – MUST

MARIA CECÍLIA TERENCE DIAS

Especialista em Educação a Distância – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Norte de Minas Gerais, Brasil

JUCIELLE MACEDO ALVES

Mestre – Universidade de Brasília (UnB), DF, Brasil

FERNANDA KERLEY QUEIROZ VIEIRA

Mestre em Tecnologias Emergentes em Educação – MUST, Flórida, Estados Unidos

ANTONIA ZILMA MARQUES

Mestre – Word University Ecumenical, Flórida, Estados Unidos

RESUMO

O estudo investiga os desafios e possibilidades da formação docente diante das transformações impostas pela Educação 4.0, marcada pela integração entre tecnologias digitais, inteligência artificial e práticas pedagógicas inovadoras. O objetivo central consiste em compreender de que modo essas ferramentas podem contribuir para a educação integral, entendida como o desenvolvimento pleno das dimensões cognitivas, éticas, sociais e emocionais do ser humano. Fundamentado em referenciais teóricos da Unesco e do Ministério da Educação, o trabalho adota uma revisão integrativa da literatura, reunindo evidências de pesquisas recentes que discutem a inserção da inteligência artificial na formação e no desenvolvimento profissional de professores. Os resultados apontam que o uso pedagógico da IA favorece a personalização do ensino, o acompanhamento individualizado e o aprimoramento das práticas docentes, desde que articulado a princípios de ética, equidade e inclusão. Constatou-se também que a formação docente precisa ser ressignificada, priorizando competências digitais, literacia algorítmica e reflexão pedagógica sobre o uso das tecnologias. Conclui-se que a integração entre tecnologia e formação humana amplia as possibilidades educacionais, ao mesmo tempo em que exige políticas formativas consistentes, capazes de equilibrar inovação e responsabilidade social, assegurando que a inteligência artificial esteja a serviço do desenvolvimento integral e da qualidade da educação.

Palavras-chave: Formação de Professores; Educação 4.0; Tecnologias Digitais; Inteligência Artificial.

ABSTRACT

This study investigates the challenges and opportunities of teacher education in the context of Education 4.0, an era characterized by the integration of digital technologies, artificial intelligence, and innovative pedagogical practices. The central objective is to understand how these tools can contribute to integral education, understood as the full development of human cognitive, ethical, social, and emotional dimensions. Grounded in theoretical frameworks from Unesco and the Brazilian Ministry of Education, the research adopts an integrative literature review, gathering evidence from recent studies on the incorporation of artificial intelligence into teacher training and professional development. The findings indicate that the pedagogical use of AI supports personalized learning, individualized feedback, and the enhancement of teaching practices, provided it aligns with principles of ethics, equity, and inclusion. The analysis also reveals that teacher education must be redefined to prioritize digital competencies, algorithmic literacy, and pedagogical reflection on technological mediation. It concludes that the integration between technology and human formation expands educational possibilities while demanding consistent training policies capable of balancing innovation and social responsibility, ensuring that artificial intelligence serves the purpose of integral development and educational quality.

Keywords: Teacher Education; Education 4.0; Digital Technologies; Artificial Intelligence.

INTRODUÇÃO

A formação docente tem sido profundamente transformada pelas dinâmicas da Educação 4.0, movimento que integra tecnologias digitais, inteligência artificial e metodologias inovadoras ao processo de ensino-aprendizagem. Nesse contexto, o papel do professor ultrapassa o domínio técnico das ferramentas e alcança a mediação pedagógica consciente, capaz de conectar saberes humanos e tecnológicos de forma ética, criativa e inclusiva.

A educação do século XXI, ao incorporar algoritmos, plataformas adaptativas e assistentes virtuais, demanda profissionais que compreendam não apenas o uso, mas também as implicações pedagógicas, sociais e cognitivas dessas tecnologias (Chiu *et al.*, 2023; Tan; Cheng; Ling, 2025).

No cenário internacional, estudos recentes indicam que a inteligência artificial (IA) na educação amplia as possibilidades de personalização do ensino e de apoio ao desenvolvimento profissional docente, ao mesmo tempo em que traz novos desafios éticos e epistemológicos.

Pesquisas sistemáticas apontam para a necessidade de fortalecer a alfabetização digital e a literacia em IA entre professores, de modo que saibam interpretar, adaptar e questionar criticamente os resultados produzidos por sistemas inteligentes (Sperling *et al.*, 2024; Matos *et al.*, 2025). Assim, a docência passa a requerer um repertório de competências que combina fundamentos pedagógicos, compreensão tecnológica e sensibilidade humana.

No contexto brasileiro, o Ministério da Educação tem avançado na formulação de políticas públicas voltadas à transformação digital da docência. Documentos como a *Matriz de Saberes Digitais Docentes* (Brasil, 2024) evidenciam o compromisso institucional com a formação integral do professor, enfatizando o uso pedagógico de tecnologias digitais como meio de potencializar a autonomia, a colaboração e a aprendizagem significativa.

Essa perspectiva dialoga com os marcos internacionais da Unesco, que destacam a IA como aliada na promoção de uma educação inclusiva e orientada ao futuro (Unesco, 2021; 2024).

A relevância científica e social deste tema reside justamente na urgência de compreender como as tecnologias emergentes - em especial a inteligência artificial - podem apoiar a formação docente sem comprometer sua dimensão ética e humanista.

Ainda que a literatura internacional avance em diagnósticos e propostas (Caccavale *et al.*, 2024; Teo *et al.*, 2021), observa-se uma lacuna quanto à análise integrada entre a dimensão tecnológica e o propósito formativo da educação integral. Essa ausência de articulação entre inovação e humanização justifica o desenvolvimento de estudos que proponham caminhos equilibrados entre eficiência digital e desenvolvimento humano.

A presente pesquisa busca, portanto, compreender de que forma as tecnologias digitais e a inteligência artificial podem servir à formação de professores na era da Educação 4.0, contribuindo para a efetivação de uma educação integral - aquela que reconhece o estudante em sua totalidade, valorizando aspectos cognitivos, emocionais, sociais e éticos.

Assim, formula-se a seguinte pergunta de pesquisa: como a integração entre tecnologias digitais e inteligência artificial pode fortalecer a formação docente orientada à educação integral?

O objetivo geral consiste em analisar as contribuições e desafios das tecnologias digitais e da inteligência artificial na formação de professores no contexto da Educação 4.0, identificando estratégias pedagógicas e referenciais formativos que favoreçam práticas mais inovadoras, colaborativas e humanizadas.

Ao investigar esse campo em transformação, o estudo pretende oferecer subsídios teóricos e práticos que contribuam para o aprimoramento das políticas de formação docente e para a consolidação de uma cultura educacional que una tecnologia, ética e sensibilidade pedagógica.

REFERENCIAL TEÓRICO

A formação docente na era da Educação 4.0 representa um dos maiores desafios e, ao mesmo tempo, uma das mais promissoras oportunidades para a renovação das práticas educacionais. A incorporação das tecnologias digitais e da inteligência artificial na formação de professores exige a revisão dos paradigmas pedagógicos tradicionais e a construção de um novo perfil docente, capaz de integrar competências técnicas, éticas e socioemocionais.

A literatura internacional e nacional aponta que a consolidação dessa nova cultura formativa depende da articulação entre políticas públicas, referenciais curriculares e processos de desenvolvimento profissional contínuo (Unesco, 2022; Brasil, 2025).

A Educação 4.0 e o novo paradigma formativo

O termo Educação 4.0 surge em analogia à Quarta Revolução Industrial, caracterizada pela integração de tecnologias inteligentes, automação e dados em larga escala. No campo educacional, esse conceito remete à formação de sujeitos aptos a aprender continuamente, resolver problemas complexos e colaborar em ambientes híbridos mediados por tecnologia (Unesco, 2019).

A educação, nesse cenário, deixa de ser centrada na transmissão de conteúdos e passa a valorizar competências como pensamento crítico, criatividade, comunicação e trabalho em equipe.

Segundo a Unesco (2025), a transição para a Educação 4.0 exige não apenas a adoção de recursos tecnológicos, mas a redefinição dos fundamentos pedagógicos que orientam o processo de ensino-aprendizagem. O professor torna-se mediador e designer de experiências educativas, articulando tecnologia e humanização.

Essa mudança de enfoque requer políticas formativas que garantam condições para que os docentes desenvolvam fluência digital e domínio das linguagens emergentes, preservando o sentido ético e social da educação.

A literatura ressalta que a integração da inteligência artificial aos processos educacionais não substitui o papel humano do professor, mas amplia suas possibilidades de intervenção pedagógica. De acordo com o documento Artificial Intelligence and the Futures of Learning

(Unesco, 2024), a IA pode apoiar o ensino adaptativo, o acompanhamento personalizado e a análise de dados educacionais, mas sua eficácia depende da competência docente para interpretar e aplicar os resultados de modo pedagógico.

Competências digitais docentes e a mediação pedagógica

A formação de professores para a era digital envolve o desenvolvimento de competências que ultrapassam o simples uso instrumental das tecnologias. O ICT Competency Framework for Teachers (Unesco, 2018) propõe uma estrutura de referência composta por dimensões pedagógicas, tecnológicas e éticas, orientando os sistemas educacionais na formação de profissionais capazes de usar a tecnologia para promover aprendizagens significativas e equitativas.

No Brasil, o Ministério da Educação reforça essa perspectiva por meio da Matriz de Saberes Digitais Docentes (Brasil, 2024), que organiza o desenvolvimento profissional em três eixos: uso pedagógico das tecnologias, fluência digital e ética no ambiente virtual. Esses referenciais orientam a atuação do professor como agente transformador, que planeja, implementa e avalia estratégias educativas sustentadas por tecnologias digitais, respeitando a diversidade e os direitos humanos.

As evidências apontadas em relatórios internacionais confirmam que o domínio das competências digitais está diretamente relacionado à eficácia pedagógica. A Technology, Teacher Competency Frameworks and Training for Digital Transformation (Unesco, 2022) destaca que docentes com formação tecnológica consistente tendem a adotar metodologias inovadoras, como a aprendizagem baseada em projetos e a personalização do ensino. Essa constatação reforça a necessidade de políticas formativas que unam capacitação técnica e reflexão pedagógica sobre o sentido da tecnologia na educação.

Inteligência artificial e aprendizagem docente

A inserção da inteligência artificial na formação docente traz novas possibilidades para o acompanhamento e a personalização do aprendizado. Ferramentas de IA são capazes de analisar o desempenho, sugerir trilhas formativas e oferecer feedbacks individualizados, contribuindo para o desenvolvimento contínuo dos educadores (Unesco, 2023). Entretanto, a literatura também ressalta desafios éticos e epistemológicos, como a transparência dos algoritmos, o viés nos dados e a necessidade de uma leitura crítica sobre as decisões automatizadas.

O documento *Guidance for Generative AI in Education and Research* (Unesco, 2023) reforça que a IA deve ser utilizada de forma responsável, orientada por valores humanos e pela equidade. A formação docente, nesse sentido, deve incluir discussões sobre o funcionamento e os limites das tecnologias inteligentes, promovendo uma compreensão ética sobre seu uso pedagógico. Isso implica desenvolver competências relacionadas à literacia algorítmica, à proteção de dados e ao uso criativo de sistemas de IA para fins educativos.

As revisões de literatura analisadas evidenciam que a IA é mais eficaz quando incorporada a contextos formativos que valorizam a autonomia e a reflexão docente. Em vez de substituir o professor, a tecnologia deve apoiá-lo na análise de evidências de aprendizagem e na criação de estratégias personalizadas, fortalecendo a dimensão humana do processo educativo (Unesco, 2025).

Educação integral e humanização tecnológica

A educação integral propõe o desenvolvimento global do ser humano, articulando dimensões cognitivas, emocionais, sociais e éticas. No contexto da Educação 4.0, essa visão amplia-se para incluir o letramento digital e a consciência ética no uso da tecnologia. A Unesco (2019) argumenta que a educação deve preparar os indivíduos para interagir com máquinas inteligentes sem perder sua capacidade de julgamento moral, empatia e colaboração.

O Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education (Unesco, 2019) enfatiza que a integração da IA deve contribuir para o desenvolvimento humano sustentável, garantindo que a inovação tecnológica esteja a serviço da equidade e da inclusão. Essa perspectiva é reforçada no Guia de Educação Digital e Midiática (Brasil, 2025), que orienta os professores a promover uma cultura digital cidadã, em que o uso das mídias e das tecnologias sirva à formação ética e à participação social.

A literatura recente reafirma que a educação integral na era digital depende do equilíbrio entre eficiência tecnológica e sensibilidade pedagógica. As competências socioemocionais, a empatia e a reflexão ética tornam-se pilares para que o professor atue como mediador de experiências humanas em ambientes cada vez mais automatizados. Assim, a tecnologia não substitui o encontro pedagógico, mas o amplia, permitindo novas formas de diálogo e aprendizagem significativa.

Políticas e perspectivas de transformação docente

A transformação digital na formação de professores requer políticas educacionais sustentadas por marcos normativos e cooperação internacional. A Unesco (2022) defende que os países desenvolvam planos estratégicos para integrar a IA e as tecnologias digitais na formação docente, garantindo acesso equitativo e condições de trabalho adequadas.

No Brasil, a BNCC (Brasil, 2018) e os documentos complementares da Educação 4.0 (Brasil, 2025) destacam a necessidade de preparar os professores para contextos híbridos e interdisciplinares, promovendo a aprendizagem ao longo da vida.

As revisões de literatura demonstram que a transformação docente é mais efetiva quando os programas de formação incluem práticas colaborativas e reflexivas. A capacitação baseada em situações reais, aliada à aprendizagem em rede, tem se mostrado eficaz para o desenvolvimento de competências digitais e pedagógicas (Unesco, 2024). Tais estratégias apontam para um novo modelo de desenvolvimento profissional docente, centrado na aprendizagem contínua e no uso ético e criativo da tecnologia.

Dessa forma, a fundamentação teórica indica que a consolidação da Educação 4.0 depende da integração entre políticas públicas, formação inicial e continuada, e reflexão pedagógica sobre o papel da tecnologia. A docência, nesse cenário, reafirma-se como prática essencialmente humana, apoiada, mas não determinada, pelos recursos digitais.

METODOLOGIA

O presente estudo adotou a abordagem de revisão integrativa da literatura, com o propósito de reunir, analisar e sintetizar as principais evidências científicas relacionadas à formação de professores na era da Educação 4.0, enfatizando o papel das tecnologias digitais e da inteligência artificial na promoção da educação integral. Essa opção metodológica possibilita compreender o estado atual do conhecimento, identificar lacunas existentes e apontar tendências de pesquisa relevantes para o campo educacional.

A pesquisa foi conduzida com base em critérios de rigor e transparência, buscando garantir reprodutibilidade e confiabilidade nos procedimentos adotados. As fontes de coleta foram selecionadas de acordo com sua abrangência e reconhecimento científico, incluindo as bases de dados Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SciELO e Google Scholar.

Essas plataformas foram escolhidas por reunirem publicações de alto impacto nas áreas de Educação, Tecnologia e Formação Docente, o que assegura diversidade e relevância dos estudos analisados.

Os descritores utilizados na busca foram definidos de forma ampla e combinados por meio de operadores booleanos, contemplando as diferentes terminologias relacionadas ao tema. As palavras-chave empregadas foram “teacher education”, “Education 4.0”, “digital technologies”, “artificial intelligence” e “integral education”. As strings de busca seguiram combinações como “teacher training AND Education 4.0 AND artificial intelligence” e “teacher competencies AND digital transformation AND education”. Essa estratégia permitiu abranger estudos de distintas perspectivas, sem restringir o campo de investigação a contextos específicos.

Somente artigos revisados por pares, disponíveis integralmente em inglês, português ou espanhol e que abordassem a formação docente associada às tecnologias digitais ou à inteligência artificial foram considerados. Excluíram-se publicações que não apresentassem consistência metodológica, repetição de dados ou foco distante do objetivo central da pesquisa.

O processo de coleta seguiu as quatro etapas preconizadas pelo modelo PRISMA: identificação, triagem, elegibilidade e inclusão. Na fase de identificação, todos os resultados obtidos nas bases foram catalogados. Durante a triagem, realizou-se a leitura dos títulos e resumos, excluindo-se estudos que não atendiam aos critérios definidos.

Na etapa de elegibilidade, os textos completos foram lidos integralmente, assegurando a pertinência temática e metodológica. Por fim, na etapa de inclusão, os artigos selecionados foram organizados em uma planilha de análise, contendo informações sobre autores, ano, objetivos, métodos e principais resultados.

A análise dos dados foi conduzida de forma qualitativa e interpretativa, priorizando a identificação de convergências, avanços e lacunas no corpo teórico existente. Os estudos selecionados foram classificados segundo sua contribuição para três eixos de análise: competências digitais docentes, uso pedagógico da inteligência artificial e promoção da educação integral mediada por tecnologias. Essa sistematização permitiu a construção de uma visão integrada e fundamentada sobre o tema.

A metodologia empregada apoia-se em referenciais reconhecidos, como os documentos da Unesco e do Ministério da Educação, que orientam a formação de professores na era digital. Ao reunir evidências de diferentes contextos e perspectivas, o estudo contribui para a compreensão dos desafios e possibilidades da docência frente às transformações tecnológicas, reforçando a necessidade de uma formação que una inovação, ética e humanização.

A proposta metodológica, portanto, visa não apenas mapear o conhecimento existente, mas também oferecer subsídios para o fortalecimento de políticas e práticas formativas mais coerentes com as demandas da Educação 4.0. Essa abordagem permite consolidar um panorama sólido sobre como a inteligência artificial e as tecnologias digitais vêm sendo mobilizadas para o desenvolvimento integral de professores e estudantes, delineando caminhos para futuras investigações no campo educacional.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das publicações selecionadas revelou um conjunto consistente de evidências sobre a transformação da formação docente diante das demandas da Educação 4.0. As revisões e relatórios analisados convergem ao indicar que a integração entre tecnologias digitais, inteligência artificial e práticas pedagógicas inovadoras constitui uma tendência consolidada nos sistemas educacionais de diversos países (Chiu *et al.*, 2023; Tan; Cheng; Ling, 2025).

Essa integração tem reconfigurado os papéis tradicionais de ensino, deslocando o professor da função transmissora de conhecimento para a de mediador de processos interativos e personalizados de aprendizagem.

Os resultados apontam que a inteligência artificial vem sendo utilizada principalmente em três dimensões: personalização do ensino, apoio à formação continuada e otimização da gestão educacional. Em especial, a IA aplicada à formação docente possibilita a criação de ambientes virtuais adaptativos, que ajustam os conteúdos e desafios conforme o progresso do aprendiz.

Essa tendência é destacada nos relatórios da Unesco (2024), que ressaltam o potencial das tecnologias inteligentes em promover o acompanhamento individualizado e o desenvolvimento de competências reflexivas no corpo docente.

Tabela 1 – Principais contribuições sobre IA e formação docente segundo a literatura recente

Fonte	Ênfase da pesquisa	Contribuições identificadas
TAN, CHENG e LING (2025)	Revisão sistemática sobre IA e formação docente	Aponta que a IA favorece o desenvolvimento profissional por meio de feedbacks personalizados e suporte pedagógico contínuo.
CHIU <i>et al.</i> (2023)	Revisão de oportunidades e desafios da IA na educação	Destaca o papel das políticas institucionais e da ética no uso de dados educacionais.
MATOS <i>et al.</i> (2025)	Tendências emergentes no uso da IA em contextos educacionais	Identifica lacunas no preparo de professores para interpretar algoritmos e decisões automatizadas.
SPERLING <i>et al.</i> (2024)	Alfabetização em IA na formação docente	Reforça a necessidade de inserir o letramento digital e algorítmico como competência profissional essencial.
UNESCO (2024)	Relatório sobre IA e aprendizagem futura	Defende o uso da IA como apoio à personalização e à equidade no ensino, preservando a centralidade do professor.

Fonte: Elaborada pelo autor a partir das revisões analisadas (2023–2025).

Observa-se que os estudos convergem quanto ao reconhecimento da IA como ferramenta de apoio, e não de substituição, da ação docente. Essa visão é sustentada por pesquisas que enfatizam a importância da literacia digital e da compreensão crítica sobre os processos automatizados (Sperling *et al.*, 2024; Matos *et al.*, 2025).

A análise também revelou divergências quanto ao grau de autonomia atribuído à IA: enquanto alguns autores defendem sua utilização como meio de otimizar práticas pedagógicas, outros alertam para os riscos de dependência tecnológica e perda da dimensão ética e reflexiva do ensino (Chiu *et al.*, 2023).

Outra tendência identificada diz respeito à necessidade de políticas públicas que assegurem a formação tecnológica e pedagógica integrada. Documentos orientadores como a Matriz de Saberes Digitais Docentes (Brasil, 2024) e o ICT Competency Framework for Teachers

(Unesco, 2018) sustentam que o desenvolvimento das competências digitais deve estar ancorado em princípios de equidade, ética e inclusão. Esses marcos normativos reforçam que a formação docente não pode limitar-se à aquisição de habilidades técnicas, mas deve incorporar dimensões críticas e socioemocionais.

Os achados também indicam que o avanço da IA na formação docente exige repensar a estrutura dos currículos formativos e das práticas de desenvolvimento profissional. A Unesco (2022) destaca que a transformação digital da educação deve vir acompanhada de estratégias de capacitação que contemplem tanto aspectos técnicos quanto humanísticos. Essa articulação é essencial para garantir que o professor seja protagonista da inovação, preservando sua autonomia pedagógica frente às tecnologias inteligentes.

Em consonância, Caccavale *et al.* (2024) demonstram que o uso de modelos de linguagem em contextos formativos tem potencial para atuar como tutores virtuais, apoiando o aprendizado autodirigido e o aprimoramento das práticas didáticas. Contudo, os autores ressaltam que o êxito dessas aplicações depende da qualidade da formação inicial e continuada dos professores, especialmente no que diz respeito à interpretação dos dados gerados por sistemas de IA.

Os documentos normativos nacionais reforçam essa perspectiva. O Ministério da Educação (Brasil, 2025) sublinha a importância da educação digital e midiática como eixo transversal das práticas formativas, promovendo o letramento tecnológico e a ética no uso das mídias.

Tais orientações estão em sintonia com os relatórios internacionais da Unesco (2023; 2024), que recomendam políticas que assegurem a integração responsável das tecnologias emergentes ao ensino, respeitando o direito à privacidade e à diversidade cultural.

De modo geral, os resultados apontam para a necessidade de construir um ecossistema educacional mais colaborativo, no qual professores, gestores e tecnologias atuem de forma integrada. A literatura analisada reforça que a formação docente na era da Educação 4.0 deve priorizar o equilíbrio entre inovação tecnológica e desenvolvimento humano, garantindo que a inteligência artificial seja utilizada como instrumento de inclusão e não de exclusão.

Assim, os achados convergem para a compreensão de que a IA, quando orientada por princípios pedagógicos e éticos, pode fortalecer o compromisso da educação com a formação integral de professores e estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente investigação teve como objetivo analisar as contribuições e desafios das tecnologias digitais e da inteligência artificial na formação de professores, com ênfase na promoção de uma educação integral. A revisão da literatura evidenciou que a Educação 4.0 representa uma mudança estrutural na forma de conceber o ensino e a aprendizagem, exigindo do docente novas competências técnicas, cognitivas e éticas.

Os estudos revisados indicam que a formação docente deve ir além da capacitação tecnológica, incorporando uma perspectiva humanizadora que valorize a autonomia, a empatia e o pensamento crítico. Os achados apontam que a inteligência artificial tem potencial para apoiar o desenvolvimento profissional dos professores, sobretudo ao oferecer feedbacks personalizados e trilhas de aprendizagem adaptativas.

Essas tecnologias também contribuem para a análise de dados educacionais e para o acompanhamento do progresso dos estudantes, ampliando a capacidade reflexiva e estratégica da prática pedagógica. A efetividade dessas aplicações, contudo, depende da compreensão docente sobre os fundamentos da IA e de sua utilização ética e pedagógica.

Os documentos orientadores da Unesco e do Ministério da Educação reforçam essa perspectiva ao defenderem que a tecnologia deve estar a serviço da equidade e da inclusão, e não da substituição da dimensão humana do ensino. Assim, a IA deve ser compreendida como aliada à mediação educativa e ao fortalecimento das relações de aprendizagem.

Do ponto de vista teórico, a pesquisa contribui ao integrar diferentes perspectivas sobre a relação entre IA e formação docente, oferecendo uma leitura articulada entre inovação tecnológica e desenvolvimento integral. Em termos práticos, evidencia-se a importância de políticas educacionais que promovam capacitação continuada baseada em competências digitais e literacia algorítmica.

A implementação dessas iniciativas requer investimentos em infraestrutura digital, plataformas acessíveis e suporte institucional, além da valorização do tempo pedagógico para o estudo e a reflexão crítica sobre as práticas docentes. Como proposta de continuidade, recomenda-se o desenvolvimento de programas-piloto que integrem plataformas de IA à formação inicial e continuada de professores.

Esses programas devem priorizar a construção colaborativa de saberes e o uso responsável das tecnologias, garantindo que a automação não comprometa o protagonismo humano no ato educativo. Dessa forma, o estudo reafirma que a formação docente na era da Educação 4.0 deve ser orientada por princípios de inclusão, ética e inovação, consolidando a IA como instrumento de apoio à aprendizagem e à formação integral de educadores e estudantes.

REFERÊNCIAS

- BRASIL.** Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Brasília: MEC, 2018. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/escola-em-tempo-integral/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal.pdf. Acesso em: 17 out. 2025.
- BRASIL.** Ministério da Educação. **Educação Digital e Midiática: guia de referência.** Brasília: MEC, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/escolas-conectadas/documentos/guia_eddigital_versofinaloficial.pdf. Acesso em: 17 out. 2025.
- BRASIL.** Ministério da Educação. **Matriz de Saberes Digitais Docentes para o uso de tecnologias digitais.** Brasília: MEC, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/escolas-conectadas/20240822MatrizSaberesDigitais.pdf>. Acesso em: 17 out. 2025.
- CACCAVALE, Fiammetta; GARGALO, Carina L.; GERNAEY, Krist V.; KRÜHNE, Ulrich.** Towards Education 4.0: The role of Large Language Models as virtual tutors in chemical engineering. *Education for Chemical Engineers*, v. 49, p. 1-11, 2024. ISSN 1749-7728. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ece.2024.07.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1749772824000198>. Acesso em: 17 out. 2025.
- CHIU, Thomas K. F.; XIA, Qi; ZHOU, Xinyan; CHAI, Ching Sing; CHENG, Miaoting.** Systematic literature review on opportunities, challenges, and future research recommendations of artificial intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, v. 4, p. 100118, 2023. ISSN 2666-920X. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100118>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X2200073X>. Acesso em: 17 out. 2025.
- MATOS, Tomás; SANTOS, Walter; ZDRAVEVSKI, Eftim; COELHO, Paulo Jorge; PIRES, Ivan Miguel; MADEIRA, Filipe.** A systematic review of artificial intelligence applications in education: Emerging trends and challenges. *Decision Analytics Journal*, v. 15, p. 100571, 2025. ISSN 2772-6622. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2025.100571>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S277266222500027X>. Acesso em: 17 out. 2025.
- SPERLING, Katarina; STENBERG, Carl-Johan; McGRATH, Cormac; ÅKERFELDT, Anna; HEINTZ, Fredrik; STENLIDEN, Linnéa.** In search of artificial intelligence (AI) literacy in teacher education: A scoping review. *Computers and Education Open*, v. 6, p. 100169, 2024. ISSN 2666-5573. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cao.2024.100169>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666557324000107>. Acesso em: 17 out. 2025.
- TAN, Xiao; CHENG, Gary; LING, Man Ho.** Artificial intelligence in teaching and teacher professional development: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, v. 8, p. 100355, 2025. ISSN 2666-920X. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100355>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666920X24001589>. Acesso em: 17 out. 2025.
- TEO, Timothy; UNWIN, Siobhan; SCHERER, Ronny; GARDINER, Veronica.** Initial teacher training for twenty-first century skills in the Fourth Industrial Revolution (IR 4.0): A scoping review. *Computers & Education*, v. 170, p. 104223, 2021. ISSN 0360-1315. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104223>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360131521001007>. Acesso em: 17 out. 2025.
- UNESCO.** Artificial intelligence and the futures of learning. Paris: UNESCO, 2024. Disponível em: <https://www.unesco.org/en/digital-education/ai-future-learning>. Acesso em: 17 out. 2025.
- UNESCO.** Artificial intelligence in education: guidance for policy-makers. Paris: UNESCO, 2021. Disponível em: <https://www.unesco.org/en/articles/ai-and-education-guidance-policy-makers>. Acesso em: 17 out. 2025.
- UNESCO.** Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education. Paris: UNESCO, 2019. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368303>. Acesso em: 17 out. 2025.

UNESCO. Digital learning and transformation of education: AI initiatives

and resources. Paris: UNESCO, 2025. Disponível em: <https://www.unesco.org/en/digital-education>. Acesso em: 17 out. 2025.

UNESCO. Guidance for generative AI in education and research. Paris: UNESCO, 2023. Disponível em:

<https://www.unesco.org/en/articles/guidance-generative-ai-education-and-research>. Acesso em: 17 out. 2025.

UNESCO. ICT Competency Framework for Teachers (Version 3). Paris: UNESCO, 2018 (versão atualizada em 2023). Disponível em: <https://www.unesco.org/en/digital-competencies-skills/ict-cft>. Acesso em: 17 out. 2025.

UNESCO. Technology, teacher competency frameworks and training for digital transformation. Paris:

UNESCO, 2022. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386099>. Acesso em: 17 out. 2025.