

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E TECNOLOGIAS DIGITAIS: CONTRIBUIÇÕES
PEDAGÓGICAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS FÍSICO-BIOLÓGICAS**

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.034-009>

Rosiane Almeida Minet Marsaioli

Graduada em Ciências Biológicas
Faculdade Multivix - MULTIVIX, Serra ES
E-mail: mineterosiane@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7227-4927>

Rennie Pantoja Nogueira

Mestrando em Biodiversidade e Ensino de Ciências
Universidade Estadual do Amazonas - UEA, Manaus AM
E-mail: rennie.pantoja@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7009-8205>

Arthur Marroquim do Nascimento

Pós-graduado em Metodologia de Ensino de Matemática e Física
Centro Universitário Faveni - FAVENI, Guarulhos SP
E-mail: arthur@profarthur.org
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/2293060598062660>

Flavia Frade de Mello

Graduada em Odontologia
Universidade Federal Fluminense - UFF, Rio de Janeiro RJ
E-mail: draflaviafrade@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-1180-6467>

Susana de Sousa Araújo

Pós-graduada em Docência no Ensino
Faculdade Venda Nova do Imigrante- FAVENI, São João dos Patos MA
E-mail: susanasousa99@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-7416-9927>

Carolina Toledo Santos

Centro Universitário Etep - ETEP, Botucatu SP
E-mail: Carolina.t.santos@unesp.br
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/2629165748762238>

Naiara Cristina de Souza Garajau

Graduanda em Enfermagem em 2025
Universidade Norte Paraná - UNOPAR, Arapiraca AL
E-mail: naiaragarajau5@gmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-9764-4109>

José Heber de Souza Aguiar

Mestre em Teologia

Faculdade Est - EST, São Leopoldo RS

E-mail: jose.aguiar@uemasul.edu.br

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/3151220359090239>

Boaventura da Silva Leite Filho

Mestrando em Ciências da Educação

Universidad Del Sol - UNADES, Asunción PY

E-mail: boaventureprof@yahoo.com.hr

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6265097111700070>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5173-4238>

Neudson Rosa Gonçalves

Mestrando em Ciências da Educação

Universidad Del Sol - UNADES, Asunción PY

E-mail: neudsonrosa@gmail.com

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/8905758540312108>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-0169-5541>

RESUMO

A incorporação da inteligência artificial e das tecnologias digitais no contexto educacional tem provocado transformações significativas nas práticas pedagógicas, especialmente no ensino de Ciências Físico-Biológicas. Este estudo teve como objetivo analisar as contribuições pedagógicas da inteligência artificial e das tecnologias digitais para o ensino de Ciências, discutindo suas potencialidades, desafios e implicações educacionais. Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, com abordagem descritiva e exploratória, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica sistematizada. A coleta de dados foi realizada a partir de artigos científicos, livros e documentos institucionais publicados entre 2021 e 2026, em bases de dados nacionais e internacionais reconhecidas. Os resultados evidenciaram que a inteligência artificial contribui para a personalização da aprendizagem, o aumento do engajamento discente, a adoção de metodologias ativas e a facilitação da compreensão de fenômenos científicos complexos por meio de simulações, modelagens e ambientes digitais interativos. No entanto, também foram identificados desafios relevantes, como questões éticas relacionadas ao uso de dados, limitações na formação docente, desigualdade de acesso às tecnologias e riscos associados ao uso acrítico das ferramentas digitais. A discussão dos achados ressalta a importância da mediação pedagógica, do planejamento didático e da formação continuada de professores para o uso responsável e eficaz da inteligência artificial no ensino de Ciências Físico-Biológicas. Conclui-se que, embora apresente elevado potencial pedagógico, a inteligência artificial deve ser integrada ao contexto educacional de forma crítica, ética e alinhada aos objetivos educacionais, a fim de contribuir efetivamente para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: Ciências Físico-Biológicas; Ensino de Ciências; Inteligência Artificial; Metodologias Ativas; Tecnologias Digitais.

1 INTRODUÇÃO

O avanço acelerado da inteligência artificial (IA) e das tecnologias digitais tem promovido transformações profundas nos diferentes setores da sociedade contemporânea, com impactos significativos no campo educacional. Tais tecnologias vêm redefinindo práticas pedagógicas, metodologias de ensino e processos de aprendizagem, especialmente no ensino de Ciências Físico-Biológicas, área que historicamente demanda abordagens didáticas capazes de articular conceitos abstratos, experimentação, análise de dados e compreensão de fenômenos naturais complexos (Hodson, 2022). Nesse contexto, a incorporação da IA e de recursos digitais emerge como uma estratégia pedagógica promissora para potencializar o ensino, favorecer a aprendizagem ativa e ampliar o engajamento discente.

A literatura recente aponta que a inteligência artificial aplicada à educação possibilita a personalização do ensino, a automação de processos avaliativos, o uso de sistemas tutores inteligentes e a análise de grandes volumes de dados educacionais, contribuindo para práticas pedagógicas mais adaptativas e centradas no estudante (Huang; Saleh; Liu, 2021; Ouyang; Jiao, 2021). No ensino de Ciências, essas contribuições tornam-se ainda mais relevantes, uma vez que a área demanda o desenvolvimento do pensamento científico, da capacidade investigativa e da compreensão interdisciplinar entre Física, Química, Biologia e Matemática (Dori; Mevarech; Baker, 2022).

As tecnologias digitais, quando associadas à IA, ampliam as possibilidades de ensino ao permitir o uso de simulações virtuais, laboratórios remotos, ambientes imersivos, plataformas adaptativas e ferramentas de visualização de dados complexos. Estudos indicam que tais recursos favorecem a aprendizagem significativa, ao aproximar os conteúdos científicos da realidade dos estudantes e possibilitar a experimentação de fenômenos que, muitas vezes, seriam inviáveis em contextos escolares tradicionais (Makarova; Herbst, 2022; Costa, 2024). No ensino de Física, por exemplo, simulações baseadas em algoritmos inteligentes contribuem para a compreensão de conceitos abstratos, enquanto, na Biologia, ferramentas digitais auxiliam na visualização de processos celulares, genéticos e ecológicos (Li; Wang, 2022).

Além disso, a integração da IA no ensino de Ciências Físico-Biológicas favorece metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em problemas, projetos e investigação científica mediada por tecnologia. Essas abordagens estimulam o protagonismo discente, o trabalho colaborativo e o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais, alinhadas às demandas educacionais do século XXI (Dori; Mevarech; Baker, 2022). Nesse sentido, a IA atua como um recurso mediador do processo pedagógico, ampliando as possibilidades de interação entre estudantes, conteúdos e professores

(Vicari, 2021).

Entretanto, apesar de seus benefícios, a utilização da inteligência artificial na educação também impõe desafios de ordem ética, pedagógica e institucional. Questões relacionadas à privacidade de dados, à transparência dos algoritmos, à formação docente e ao risco de dependência excessiva de tecnologias digitais são amplamente discutidas na literatura (Boulay, 2023; Parreira; Lehmann; Oliveira, 2021). Organismos internacionais, como a UNESCO e a OECD, destacam a necessidade de políticas públicas, diretrizes éticas e práticas responsáveis para garantir que a IA seja utilizada de forma equitativa, inclusiva e alinhada aos princípios educacionais (OECD, 2021; UNESCO, 2021; UNESCO, 2023).

No contexto específico do ensino de Ciências Físico-Biológicas, tais desafios tornam-se ainda mais evidentes, uma vez que o uso inadequado da IA pode comprometer o desenvolvimento do pensamento crítico, da autonomia intelectual e da compreensão conceitual profunda. Estudos recentes alertam para a importância de integrar a tecnologia de forma pedagógica e intencional, evitando seu uso meramente instrumental ou substitutivo da mediação docente (Rodrigues; Rodrigues, 2023; Picão; Silva; Costa, 2023). Assim, a formação continuada de professores e a reflexão crítica sobre o papel da IA no ensino tornam-se elementos centrais para o sucesso de sua implementação (Aguiar, 2023; Lampou, 2023).

Outro aspecto relevante diz respeito às contribuições da IA para o ensino interdisciplinar e para a aproximação entre teoria e prática científica. Avanços recentes na chamada inteligência artificial física e simbólica têm ampliado as possibilidades de modelagem, análise e previsão de fenômenos naturais, contribuindo para novas formas de ensino e aprendizagem nas Ciências Físicas e Biológicas (Angelis; Sofos; Karakasidis, 2023; Li *et al.*, 2023). Essas inovações permitem que estudantes tenham contato com práticas científicas contemporâneas, aproximando o ensino escolar da produção real do conhecimento científico.

Figura 1 – Esquema ilustrativo das contribuições da inteligência artificial e das tecnologias digitais para o ensino de Ciências Físico-Biológicas



Ademais, pesquisas evidenciam que o uso de plataformas digitais baseadas em IA no ensino de Biologia e Ciências Naturais contribui para a melhoria do desempenho acadêmico, da motivação e da autonomia dos estudantes, desde que associado a estratégias pedagógicas bem estruturadas (Mattos, 2024; Li; Wang, 2022). No ensino de conteúdos físico-biológicos, essas tecnologias possibilitam a análise de dados experimentais, a simulação de ecossistemas, a modelagem de sistemas biológicos e a compreensão integrada de fenômenos complexos (Zhou *et al.*, 2024).

Diante desse cenário, torna-se evidente que a inteligência artificial e as tecnologias digitais configuram-se como importantes aliadas no processo de ensino e aprendizagem em Ciências Físico-Biológicas. Contudo, sua efetiva contribuição pedagógica depende de uma integração crítica, ética e fundamentada teoricamente, que considere as especificidades da área, o contexto educacional e o papel mediador do professor (Hodson, 2022; Vicari, 2021). Assim, investigar as potencialidades e os limites dessas tecnologias no ensino de Ciências torna-se fundamental para subsidiar práticas pedagógicas inovadoras e alinhadas às demandas contemporâneas.

Nesse sentido, o objetivo deste estudo é analisar as contribuições pedagógicas da inteligência artificial e das tecnologias digitais para o ensino de Ciências Físico-Biológicas, discutindo suas potencialidades, desafios e implicações para as práticas educativas, à luz da produção científica nacional e internacional recente.

2 METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa, com abordagem descritiva e exploratória, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica sistematizada, com o objetivo de analisar as contribuições pedagógicas da inteligência artificial e das tecnologias digitais no ensino de Ciências Físico-Biológicas. A escolha dessa abordagem metodológica justifica-se pela necessidade de compreender, de forma aprofundada e contextualizada, os conceitos, tendências, aplicações e desafios relacionados à integração dessas tecnologias no campo educacional, especialmente no ensino de Ciências.

A pesquisa bibliográfica foi adotada por permitir o levantamento, a análise crítica e a sistematização do conhecimento científico produzido sobre o tema, possibilitando a identificação de diferentes perspectivas teóricas, metodológicas e práticas. Segundo a literatura metodológica, esse tipo de estudo é adequado quando se busca compreender fenômenos complexos, ainda em consolidação, como é o caso da aplicação da inteligência artificial na educação científica.

A coleta de dados foi realizada a partir de fontes secundárias, constituídas por artigos científicos,

livros, capítulos de livros, relatórios institucionais, documentos de organismos internacionais e publicações em periódicos nacionais e internacionais reconhecidos. Foram priorizadas produções científicas publicadas no período de 2021 a 2026, em língua portuguesa e inglesa, com o intuito de garantir a atualidade e a relevância das informações analisadas, considerando o caráter dinâmico e recente das tecnologias digitais e da inteligência artificial no contexto educacional.

As bases de dados utilizadas para a seleção dos estudos incluíram plataformas científicas amplamente reconhecidas, tais como Scopus, Web of Science, SciELO, ERIC, Google Scholar e repositórios institucionais de organismos como UNESCO e OECD. A estratégia de busca foi definida a partir da combinação de descritores relacionados ao tema, tais como: inteligência artificial, tecnologias digitais, educação científica, ensino de Ciências, biologia, física e aprendizagem mediada por tecnologia, utilizados de forma isolada e combinada por meio de operadores booleanos.



Fonte: Autoria própria (2026)

Como critérios de inclusão, foram considerados estudos que abordassem explicitamente a aplicação ou a discussão teórica da inteligência artificial e das tecnologias digitais no contexto educacional, com foco no ensino de Ciências, Física, Biologia ou áreas correlatas. Também foram incluídos trabalhos que discutissem aspectos pedagógicos, metodológicos, éticos ou formativos relacionados ao uso dessas tecnologias. Foram excluídas publicações duplicadas, estudos que não apresentavam relação direta com o objeto da pesquisa, bem como trabalhos de caráter meramente técnico, sem interface com a educação.

Após a etapa de seleção, os estudos incluídos foram submetidos a um processo de leitura exploratória, seguida de leitura analítica e interpretativa, com o objetivo de identificar categorias temáticas relevantes para a análise. A organização dos dados ocorreu por meio da categorização dos conteúdos, considerando aspectos como: tipos de tecnologias utilizadas, estratégias pedagógicas associadas, contribuições para o processo de ensino e aprendizagem, desafios éticos e pedagógicos e implicações para a formação docente.

A análise dos dados foi conduzida com base na análise de conteúdo, conforme pressupostos metodológicos amplamente utilizados em pesquisas qualitativas. Esse procedimento permitiu a interpretação sistemática dos textos selecionados, possibilitando a identificação de padrões, convergências e divergências entre os estudos analisados, bem como a construção de uma síntese crítica sobre as contribuições da inteligência artificial e das tecnologias digitais para o ensino de Ciências Físico-Biológicas.

Por fim, ressalta-se que o desenvolvimento desta pesquisa respeitou os princípios éticos da produção científica, com a devida citação das fontes utilizadas e a valorização da autoria intelectual dos trabalhos analisados. Dessa forma, a metodologia adotada busca assegurar rigor científico, transparência e confiabilidade aos resultados apresentados, contribuindo para o avanço das discussões sobre o uso pedagógico da inteligência artificial e das tecnologias digitais no ensino de Ciências.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da produção científica selecionada evidencia que a inteligência artificial e as tecnologias digitais vêm assumindo papel cada vez mais central no ensino de Ciências Físico-Biológicas, tanto no que se refere à inovação metodológica quanto à reconfiguração das práticas pedagógicas tradicionais. Os resultados obtidos a partir da revisão bibliográfica permitiram identificar categorias temáticas recorrentes que expressam as principais contribuições, limites e desafios associados à incorporação dessas tecnologias no contexto educacional.

Os resultados indicam que uma das principais contribuições da inteligência artificial no ensino de Ciências Físico-Biológicas reside na possibilidade de personalização do ensino, por meio de sistemas adaptativos capazes de ajustar conteúdos, ritmos e estratégias às necessidades individuais dos estudantes. Segundo Huang, Saleh e Liu (2021), ambientes educacionais baseados em inteligência artificial possibilitam o monitoramento contínuo do desempenho discente, favorecendo intervenções pedagógicas mais precisas e eficazes.

No ensino de Biologia, de acordo com Li e Wang (2022), plataformas educacionais inteligentes auxiliam na compreensão de processos complexos, como mecanismos celulares, genética e dinâmica de ecossistemas, ao incorporar recursos de visualização, simulação e feedback automatizado. Conforme apontam Mattos (2024), tais ferramentas contribuem para a construção de modelos mentais mais consistentes, especialmente em conteúdos de alta abstração conceitual.

No ensino de Física, como destacam Angelis, Sofos e Karakasidis (2023), o uso de algoritmos de regressão simbólica, modelagem computacional e simulações interativas favorece a compreensão de fenômenos abstratos e o desenvolvimento do raciocínio científico. Na perspectiva de Makarova e Herbst (2022), essas abordagens ampliam a capacidade dos estudantes de estabelecer relações entre modelos

matemáticos e fenômenos físicos observáveis.

Essas contribuições dialogam diretamente com a concepção de ensino de Ciências defendida por Hodson. Consoante Hodson (2022), práticas pedagógicas eficazes devem promover a compreensão conceitual, a investigação científica e a articulação entre teoria e prática. Nesse contexto, a inteligência artificial atua como mediadora do processo de aprendizagem, ampliando as possibilidades de experimentação e análise de dados no ambiente educacional.

Quadro 1 – Principais contribuições pedagógicas da inteligência artificial e das tecnologias digitais no ensino de Ciências Físico-Biológicas

Dimensão pedagógica	Contribuições identificadas
Personalização da aprendizagem	Adequação de conteúdos, ritmos e estratégias às necessidades individuais dos estudantes por meio de sistemas adaptativos e análise de dados educacionais
Aprendizagem ativa	Estímulo à aprendizagem baseada em problemas, projetos investigativos e ensino híbrido, com maior protagonismo discente
Visualização de fenômenos científicos	Uso de simulações, modelagens computacionais e ambientes interativos para compreensão de fenômenos físicos e biológicos complexos
Desenvolvimento do pensamento científico	Ampliação da capacidade de análise, interpretação de dados e construção de hipóteses científicas
Integração teoria-prática	Aproximação entre conteúdos teóricos e práticas científicas contemporâneas mediadas por tecnologias digitais

3.1 TECNOLOGIAS DIGITAIS, METODOLOGIAS ATIVAS E ENGAJAMENTO DISCENTE

Outro resultado relevante refere-se à relação entre o uso de tecnologias digitais baseadas em inteligência artificial e a adoção de metodologias ativas no ensino de Ciências. De acordo com Dori,

Mevarech e Baker (2022), a integração dessas tecnologias favorece estratégias como a aprendizagem baseada em problemas, o desenvolvimento de projetos investigativos e a implementação do ensino híbrido, promovendo maior protagonismo discente. Como afirmam Costa (2024), tais práticas contribuem significativamente para o aumento do engajamento dos estudantes nas atividades propostas.

A literatura aponta que ambientes digitais interativos estimulam a participação ativa dos estudantes ao possibilitar a exploração de diferentes cenários, a resolução de problemas reais e a colaboração entre pares. Segundo Aguiar (2023), a utilização pedagógica da inteligência artificial torna o processo de ensino mais dinâmico e alinhado às demandas contemporâneas, desde que orientada por objetivos educacionais claros e bem definidos.

Além disso, de acordo com os achados da OECD (2021), o uso de tecnologias digitais no ensino de Ciências Físico-Biológicas contribui para o desenvolvimento de competências como pensamento crítico, autonomia intelectual e letramento científico. Em consonância com a UNESCO (2021), essas competências são fundamentais para a formação de cidadãos capazes de compreender e intervir em contextos científicos e tecnológicos cada vez mais complexos.

3.2 DESAFIOS ÉTICOS, PEDAGÓGICOS E FORMATIVOS NO USO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Apesar das contribuições identificadas, os resultados da revisão evidenciam desafios significativos relacionados à incorporação da inteligência artificial no ensino de Ciências. Conforme apontam Boulay (2023), entre os principais desafios destacam-se as questões éticas, a formação docente e o risco do uso acrítico das tecnologias digitais.

Segundo a UNESCO (2023), é imprescindível atenção à ética no uso da inteligência artificial educacional, especialmente no que se refere à proteção de dados, à transparência dos algoritmos e à equidade no acesso às tecnologias. No ensino de Ciências, tais questões tornam-se ainda mais sensíveis, uma vez que o uso indiscriminado de ferramentas automatizadas pode comprometer o desenvolvimento do pensamento científico e da autonomia cognitiva dos estudantes.

No que se refere à formação docente, de acordo com Parreira, Lehmann e Oliveira (2021), muitos professores ainda se sentem inseguros quanto ao uso pedagógico da inteligência artificial, seja pela ausência de formação específica, seja pelo receio de substituição do papel docente. Como afirmam Rodrigues e Rodrigues (2023), esse cenário evidencia a necessidade de políticas de formação continuada que promovam a apropriação crítica e reflexiva das tecnologias digitais no contexto educacional.

Quadro 2 – Desafios éticos, pedagógicos e institucionais associados ao uso da inteligência artificial no ensino de Ciências

Categoria de desafio	Descrição
Éticos	Riscos relacionados à privacidade de dados, opacidade dos algoritmos e uso não transparente das ferramentas de IA
Pedagógicos	Uso acrítico da tecnologia, com possível superficialização da aprendizagem e redução da mediação docente
Formativos	Insuficiência de formação inicial e continuada para o uso pedagógico da IA no ensino de Ciências
Institucionais	Desigualdade de acesso às tecnologias digitais e ausência de políticas educacionais estruturadas
Avaliativos	Dificuldades na adaptação de processos avaliativos frente ao uso de ferramentas automatizadas

3.3 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, INOVAÇÃO CIENTÍFICA E INTERDISCIPLINARIDADE

Os resultados também apontam que a inteligência artificial contribui para aproximar o ensino de Ciências Físico-Biológicas das práticas científicas contemporâneas. Segundo Li *et al.* (2023), aplicações avançadas da inteligência artificial permitem novas formas de modelagem, análise e previsão científica, ampliando as possibilidades didáticas no ensino de Ciências e favorecendo abordagens interdisciplinares.

Nesse sentido, na análise de Hodson (2022), a incorporação da inteligência artificial no ensino possibilita que os estudantes tenham contato com ferramentas semelhantes às utilizadas na pesquisa científica atual, promovendo maior articulação entre ensino e ciência. Essa perspectiva reforça a importância de práticas pedagógicas que integrem Física, Biologia, Matemática e Tecnologia, favorecendo uma visão sistêmica do conhecimento científico.

Contudo, como destacam Lampou (2023), a promoção da interdisciplinaridade mediada por tecnologias digitais exige planejamento pedagógico cuidadoso e clareza quanto aos objetivos educacionais. Tal como defendem Picão, Silva e Costa (2023), a ausência desses elementos pode resultar na fragmentação dos conteúdos ou no uso superficial das ferramentas digitais.

3.4 SÍNTESE DOS RESULTADOS E IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS

A síntese dos resultados evidencia que a inteligência artificial e as tecnologias digitais apresentam elevado potencial pedagógico para o ensino de Ciências Físico-Biológicas. De acordo com Vicari (2021), quando integradas a metodologias ativas e fundamentadas teoricamente, essas tecnologias contribuem para a personalização da aprendizagem e o engajamento discente. Conforme apontam Dori, Mevarech e Baker (2022), também favorecem a aproximação entre teoria e prática científica, ampliando a qualidade do processo educativo.

Por outro lado, em consonância com a OECD (2021) e a UNESCO (2021; 2023), os desafios identificados reforçam a necessidade de políticas educacionais, diretrizes éticas e investimentos contínuos na formação docente. A utilização responsável e crítica da inteligência artificial no ensino de Ciências mostra-se fundamental para garantir que essas tecnologias atuem como instrumentos de apoio ao processo educativo, e não como substitutas da mediação pedagógica.

Quadro 3 – Síntese das contribuições, desafios e implicações pedagógicas da inteligência artificial no ensino de Ciências Físico-Biológicas

Aspecto	Síntese dos achados
Contribuições	A inteligência artificial e as tecnologias digitais potencializam a personalização do ensino, o engajamento discente, a aprendizagem ativa e a compreensão de fenômenos científicos complexos
Desafios	Questões éticas, limitações na formação docente, desigualdade de acesso e risco de uso instrumental da tecnologia
Implicações pedagógicas	Necessidade de integração crítica da IA às metodologias de ensino, com planejamento didático e mediação docente qualificada
Implicações formativas	Urgência de programas de formação continuada voltados ao uso pedagógico, ético e reflexivo da inteligência artificial

Direcionamentos futuros	Ampliação de pesquisas empíricas e formulação de políticas educacionais que orientem o uso responsável da IA no ensino de Ciências
-------------------------	--

Dessa forma, os resultados e a discussão apresentados reforçam que a inteligência artificial e as tecnologias digitais configuram-se como importantes aliadas no processo de ensino e aprendizagem em Ciências Físico-Biológicas, desde que integradas de maneira ética, crítica e pedagogicamente orientada. A análise da literatura evidencia a necessidade de avançar em pesquisas empíricas que investiguem, de forma sistemática, os impactos dessas tecnologias nos diferentes níveis de ensino, contribuindo para a consolidação de práticas educativas inovadoras e socialmente responsáveis.

4 CONCLUSÃO

A presente investigação evidenciou que a inteligência artificial e as tecnologias digitais configuram-se como elementos estratégicos para a renovação das práticas pedagógicas no ensino de Ciências Físico-Biológicas. A análise da literatura científica demonstrou que tais recursos têm potencial para ampliar as possibilidades didáticas, favorecer a aprendizagem significativa e contribuir para a construção do conhecimento científico de forma mais dinâmica e contextualizada. Nesse sentido, a integração dessas tecnologias ao processo educativo responde às demandas contemporâneas de uma educação alinhada ao avanço científico e tecnológico da sociedade.

Os resultados analisados indicam que a inteligência artificial contribui de maneira expressiva para a personalização do ensino, ao possibilitar o acompanhamento do desempenho discente, a adaptação de conteúdos e a oferta de feedbacks automatizados. No ensino de Ciências Físico-Biológicas, essa personalização favorece a compreensão de fenômenos complexos, a visualização de processos abstratos e o desenvolvimento do pensamento científico, aspectos fundamentais para a formação de estudantes críticos e investigativos.

Outro aspecto relevante identificado refere-se à articulação entre inteligência artificial, tecnologias digitais e metodologias ativas de ensino. A literatura aponta que o uso pedagógico dessas tecnologias potencializa estratégias centradas no protagonismo discente, como a aprendizagem baseada em problemas e projetos, promovendo maior engajamento, autonomia e participação dos estudantes no processo de aprendizagem. Dessa forma, a tecnologia deixa de ocupar um papel meramente instrumental e passa a atuar como mediadora da construção do conhecimento científico.

Entretanto, a incorporação da inteligência artificial no ensino de Ciências Físico-Biológicas também apresenta desafios significativos, especialmente no que se refere às questões éticas, pedagógicas e

formativas. Problemas relacionados à privacidade de dados, à transparência dos algoritmos e ao uso acrítico das tecnologias digitais exigem atenção por parte das instituições educacionais e dos formuladores de políticas públicas. Esses desafios reforçam a necessidade de uma abordagem ética e responsável na adoção da IA no contexto educacional.

A formação docente emerge como um elemento central para a efetiva integração da inteligência artificial no ensino de Ciências. Os estudos analisados indicam que a ausência de preparo adequado pode limitar o potencial pedagógico dessas tecnologias, comprometendo sua utilização crítica e reflexiva. Assim, torna-se imprescindível investir em programas de formação inicial e continuada que capacitem os professores para o uso pedagógico, ético e consciente da inteligência artificial e das tecnologias digitais.

Além disso, a pesquisa evidenciou que a utilização da inteligência artificial pode contribuir para a aproximação entre o ensino escolar e as práticas científicas contemporâneas, favorecendo a interdisciplinaridade e a compreensão integrada dos fenômenos naturais. Ao possibilitar o contato dos estudantes com ferramentas semelhantes às utilizadas na produção científica atual, a IA amplia as oportunidades de aprendizagem e fortalece o letramento científico no ensino de Ciências Físico-Biológicas.

Por fim, conclui-se que a inteligência artificial e as tecnologias digitais apresentam elevado potencial para transformar o ensino de Ciências Físico-Biológicas, desde que integradas de forma crítica, ética e pedagogicamente orientada. Recomenda-se o aprofundamento de estudos empíricos que investiguem os impactos dessas tecnologias em diferentes níveis de ensino, bem como a formulação de políticas educacionais que orientem sua utilização responsável, contribuindo para a consolidação de práticas educativas inovadoras e socialmente comprometidas.

Como sugestão para pesquisas futuras, recomenda-se o desenvolvimento de estudos empíricos que analisem os impactos da inteligência artificial e das tecnologias digitais no ensino de Ciências Físico-Biológicas, em diferentes níveis e contextos educacionais. Pesquisas quantitativas, qualitativas ou mistas podem contribuir para compreender seus efeitos no desempenho acadêmico, no engajamento discente e no desenvolvimento do pensamento científico, bem como investigar a formação docente e as diretrizes institucionais necessárias para uma implementação ética e pedagógica dessas tecnologias.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Janderson Jason Barbosa. Inteligência artificial e tecnologias digitais na educação: oportunidades e desafios. *Open Minds International Journal*, v. 4, n. 2, p. 183–188, 2023.

ANGELIS, Dimitrios; SOFOS, Filippou; KARAKASIDIS, Theodoros E. Artificial intelligence in physical sciences: symbolic regression trends and perspectives. *Archives of Computational Methods in Engineering*, p. 1–20, 2023.

BOULAY, Benedict. Inteligência artificial na educação e ética. RE@D – Revista de Educação a Distância e Elearning, v. 6, n. 1, p. e202303, 2023.

COSTA, Vanessa Reis. Explorando o potencial das plataformas de inteligência artificial no ensino de ciências e biologia. 2024.

DORI, Yoram J.; MEVARECH, Zemira R.; BAKER, Dale R. Technology-enhanced active learning in science education. Journal of Science Education and Technology, v. 31, p. 1–15, 2022.

HODSON, Derek. Teaching and learning about science: language, theories, methods, history, traditions and values. Rotterdam: Sense Publishers, 2022.

HUANG, Jiahui; SALEH, Salmiza; LIU, Yufei. A review on artificial intelligence in education. Academic Journal of Interdisciplinary Studies, v. 10, n. 3, p. 1–12, 2021.

LAMPOU, Rania. The integration of artificial intelligence in education: opportunities and challenges. Review of Artificial Intelligence in Education, v. 4, p. e15, 2023.

LEE, Hyun Suk; LEE, Junga. Applying artificial intelligence in physical education and future perspectives. Sustainability, v. 13, n. 1, p. 351, 2021.

LI, Yingbo; ZHANG, Haibo; XU, Wei; LIU, Xiaofeng; CHEN, Long. Physical artificial intelligence (PAI): the next-generation artificial intelligence. Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering, v. 24, n. 8, p. 1231–1238, 2023.

LI, Yaping; WANG, Lin. Artificial intelligence in biology education. Computers & Education: Artificial Intelligence, v. 3, p. 100056, 2022.

MAKAROVA, Elena; HERBST, Manfred. Digital technologies in physics education. Education Sciences, v. 12, n. 4, p. 1–15, 2022.

MATTOS, José Mário Fernandes. Uso da inteligência artificial e outras tecnologias para facilitar o aprendizado da disciplina de biologia. Criar Educação, v. 13, n. 1, p. 48–55, 2024.

OECD. Artificial intelligence in education: challenges and opportunities. Paris: OECD Publishing, 2021.

OUYANG, Fan; JIAO, Pengcheng. Artificial intelligence in education: the three paradigms. Computers and Education: Artificial Intelligence, v. 2, p. 100020, 2021.

PARREIRA, Artur; LEHMANN, Lúcia; OLIVEIRA, Mariana. O desafio das tecnologias de inteligência artificial na educação: percepção e avaliação dos professores. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, v. 29, n. 113, p. 975–999, 2021.

PICÃO, Fábio Fornazieri; SILVA, Lucas Andrade; COSTA, Mariana Lopes. Inteligência artificial e educação: como a IA está mudando a maneira como aprendemos e ensinamos. Revista Amor Mundi, v. 4, n. 5, p. 197–201, 2023.

RODRIGUES, Osmar dos Santos; RODRIGUES, Karina da Silva. A inteligência artificial na educação: os desafios do ChatGPT. Texto Livre, v. 16, p. e45997, 2023. DOI: 10.1590/1983-3652.2023.45997.

UNESCO. Artificial intelligence in education: guidance for policy-makers. Paris: UNESCO, 2021.

UNESCO. Guidance on generative AI in education and research. Paris: UNESCO, 2023.

VICARI, Rosa Maria. Influências das tecnologias da inteligência artificial no ensino. Estudos Avançados, v. 35, n. 101, p. 73–84, 2021. DOI: 10.1590/s0103-4014.2021.35101.006.

ZHOU, Tong; WANG, Qiang; LI, Ming; ZHANG, Lei; CHEN, Yu. Application of artificial intelligence in physical education: a systematic review. Education and Information Technologies, v. 29, n. 7, p. 8203–8220, 2024.