

EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NA ERA DIGITAL: TENDÊNCIAS, INOVAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO DA APRENDIZAGEM

SCIENCE EDUCATION IN THE DIGITAL AGE: TRENDS, INNOVATION, AND THE TRANSFORMATION OF LEARNING

 <https://doi.org/10.63330/aurumpub.062-067>

Michely Leal Polastreli Rezende

Mestranda em Tecnologias Emergentes em Educação pela Must University

E-mail: michelypolastreli@yahoo.com.br

Resumo

O presente estudo tem como objetivo analisar as principais tendências da educação científica na era digital, discutindo seus impactos sobre a aprendizagem, as práticas pedagógicas e a formação dos estudantes. Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica fundamentada em livros, artigos científicos e documentos oficiais publicados prioritariamente entre 2020 e 2025. A análise da literatura evidencia que a integração entre tecnologias digitais, metodologias ativas e alfabetização científica favorece aprendizagens mais significativas, colaborativas e contextualizadas. Entretanto, persistem desafios relacionados à formação docente, à infraestrutura tecnológica, à inclusão digital e às implicações éticas decorrentes da expansão das tecnologias educacionais. Conclui-se que a educação científica na era digital exige uma reorganização das práticas pedagógicas, fundamentada na inovação, na investigação científica e na formação crítica dos estudantes para atuação responsável na sociedade do conhecimento.

Palavras-chave: Alfabetização científica; Aprendizagem significativa; Educação científica; Inovação pedagógica; Tecnologias digitais.

Abstract

This study aims to analyze the main trends in science education in the digital age, discussing their impacts on learning, pedagogical practices, and student development. This qualitative study was conducted through a literature review based on books, scientific articles, and official documents published primarily between 2020 and 2025. The literature analysis indicates that the integration of digital technologies, active methodologies, and scientific literacy promotes more meaningful, collaborative, and contextualized learning experiences. However, challenges persist regarding teacher training, technological infrastructure, digital inclusion, and the ethical implications arising from the expansion of educational technologies. It is

concluded that science education in the digital age requires the reorganization of pedagogical practices grounded in innovation, scientific inquiry, and the critical development of students, enabling them to participate responsibly in the knowledge society.

Keywords: Digital technologies; Meaningful learning; Pedagogical innovation; Science education; Scientific literacy.

1 INTRODUÇÃO

As transformações tecnológicas ocorridas nas primeiras décadas do século XXI modificaram profundamente a forma como o conhecimento científico é produzido, compartilhado e utilizado pela sociedade. A expansão da Inteligência Artificial, da computação em nuvem, dos ambientes digitais de aprendizagem, da Internet das Coisas, da análise de grandes volumes de dados (Big Data) e das tecnologias imersivas redefiniu os processos de investigação científica e ampliou significativamente as possibilidades de inovação educacional. Nesse contexto, a educação científica assume papel estratégico na formação de cidadãos capazes de compreender fenômenos complexos, interpretar informações científicas, utilizar tecnologias de maneira crítica e participar de decisões fundamentadas em evidências.

A educação científica contemporânea ultrapassa a transmissão de conceitos relacionados às Ciências da Natureza, passando a envolver o desenvolvimento do pensamento científico, da argumentação baseada em evidências, da resolução de problemas, da alfabetização científica e da cultura digital. Essa perspectiva encontra respaldo na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que estabelece competências relacionadas ao pensamento científico, crítico e criativo, à cultura digital, à investigação, à comunicação e à responsabilidade ética na utilização das tecnologias (Brasil, 2018). Assim, a escola passa a assumir a responsabilidade de preparar os estudantes para compreender a ciência como processo dinâmico de construção do conhecimento e como elemento essencial para o desenvolvimento sustentável e para a cidadania.

A incorporação das tecnologias digitais ao ensino de Ciências tem ampliado significativamente as possibilidades de aprendizagem. Laboratórios virtuais, simuladores, plataformas adaptativas, realidade aumentada, realidade virtual, robótica educacional e sistemas baseados em Inteligência Artificial favorecem a realização de experimentações, investigações e análises que muitas vezes seriam inviáveis em ambientes escolares convencionais (OCDE, 2021; UNESCO, 2023b). Conforme destacam Bacich e Moran (2018), a integração entre tecnologias digitais e metodologias ativas fortalece o protagonismo estudantil, promove aprendizagem significativa e amplia a construção colaborativa do conhecimento.

Outro aspecto relevante refere-se às competências exigidas pela sociedade digital, pois a crescente circulação de informações científicas, frequentemente acompanhada pela disseminação de desinformação

e conteúdos sem fundamentação, torna indispensável o desenvolvimento da alfabetização científica e digital (UNESCO, 2021; OCDE, 2023). Os estudantes precisam aprender não apenas conteúdos científicos, mas também desenvolver capacidade para analisar evidências, avaliar fontes de informação, interpretar dados e utilizar tecnologias de forma ética, crítica e responsável. Conforme afirma Bybee (2019), a alfabetização científica representa condição indispensável para o exercício pleno da cidadania em sociedades fortemente influenciadas pela ciência e pela tecnologia.

Entretanto, a transformação digital da educação também apresenta importantes desafios. Persistem desigualdades relacionadas ao acesso às tecnologias, limitações de infraestrutura escolar, necessidade de formação continuada dos professores, questões éticas envolvendo Inteligência Artificial e proteção de dados, além da necessidade de reorganização curricular para integrar inovação tecnológica e aprendizagem científica. Esses desafios evidenciam que a transformação digital não depende exclusivamente da incorporação de equipamentos, mas da construção de práticas pedagógicas capazes de utilizar as tecnologias como instrumentos de produção do conhecimento (Kenski, 2012; Selwyn, 2021),

Diante desse contexto, emerge a seguinte questão norteadora: quais tendências caracterizam a educação científica na era digital e de que maneira a inovação tecnológica tem contribuído para transformar os processos de aprendizagem na Educação Básica?

Para responder a essa problemática, o objetivo geral desta pesquisa consiste em analisar as tendências da educação científica na era digital, discutindo como a inovação tecnológica contribui para transformar a aprendizagem, fortalecer a alfabetização científica e desenvolver competências para a sociedade do conhecimento.

Como objetivos específicos, pretende-se: (i) compreender os fundamentos da educação científica na sociedade digital; (ii) identificar as principais tecnologias utilizadas no ensino de Ciências; (iii) analisar as contribuições da inovação tecnológica para a aprendizagem científica; e (iv) discutir desafios e perspectivas para a consolidação da educação científica na era digital.

A realização deste estudo justifica-se pela crescente transformação tecnológica da educação e pela necessidade de compreender como a integração entre ciência, inovação e tecnologias digitais pode fortalecer a qualidade da aprendizagem e preparar os estudantes para enfrentar os desafios científicos, sociais e tecnológicos do século XXI.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A educação científica contemporânea caracteriza-se pela integração entre conhecimentos científicos, tecnologias digitais e metodologias investigativas, promovendo uma formação voltada ao desenvolvimento do pensamento crítico, da resolução de problemas e da alfabetização científica. Diferentemente dos modelos tradicionais de ensino, centrados predominantemente na memorização de

conteúdos, a educação científica na era digital prioriza processos de investigação, experimentação, análise de evidências e construção colaborativa do conhecimento. Conforme afirmam Bybee (2019) e Sasseron (2020), a alfabetização científica deve possibilitar aos estudantes compreender como o conhecimento científico é produzido, validado e aplicado na sociedade, favorecendo participação crítica em questões relacionadas à ciência e à tecnologia.

A transformação digital ampliou significativamente as possibilidades pedagógicas do ensino de Ciências. Tecnologias como Inteligência Artificial, realidade aumentada, realidade virtual, laboratórios virtuais, robótica educacional, Internet das Coisas (IoT), plataformas adaptativas e ambientes virtuais de aprendizagem permitem explorar fenômenos científicos complexos, realizar experimentações digitais, analisar grandes conjuntos de dados e desenvolver projetos interdisciplinares. Essas ferramentas favorecem aprendizagem significativa ao aproximar teoria e prática, permitindo que os estudantes construam conhecimentos por meio da investigação científica. Moran (2023) destaca que a utilização pedagógica das tecnologias digitais fortalece metodologias ativas e amplia o protagonismo dos estudantes na construção do conhecimento.

A relação entre educação científica e cultura digital tornou-se central na formação dos estudantes, uma vez que a intensa circulação de informações exige competências relacionadas à análise crítica de fontes, à interpretação de evidências científicas, à comunicação digital e ao uso ético das tecnologias. A BNCC (Brasil, 2018) reconhece a cultura digital como competência geral da Educação Básica, estabelecendo que os estudantes sejam capazes de compreender, utilizar e produzir tecnologias digitais de maneira crítica, significativa, reflexiva e ética. Essa orientação aproxima a alfabetização científica da alfabetização digital, preparando os estudantes para atuar em contextos sociais fortemente influenciados pela ciência e pela tecnologia.

A integração das tecnologias digitais às metodologias investigativas amplia as possibilidades de participação dos estudantes no ensino de Ciências. A Aprendizagem Baseada em Projetos, o Ensino por Investigação, a Aprendizagem Baseada em Problemas, a cultura maker e a experimentação científica tornam-se mais dinâmicos quando associados a recursos de simulação, modelagem computacional, coleta automatizada de dados e desenvolvimento de projetos científicos colaborativos (Bacich; Moran, 2018; OCDE, 2021). Essa integração amplia a capacidade dos estudantes de formular hipóteses, interpretar resultados e construir explicações fundamentadas em evidências, fortalecendo competências essenciais para a formação científica. Nessa direção, Buesa (2022b, p. 3) afirma:

Ao inserir as TICs em nosso cotidiano escolar, aprendemos a lidar com a diversidade, com a abrangência e com a rapidez de acesso que temos às informações, e ainda com as novas formas de comunicar e interagir fomentando novas maneiras de produzir conhecimento.

A efetividade das tecnologias educacionais, entretanto, está condicionada à formação continuada dos professores, à infraestrutura tecnológica das escolas, à inclusão digital e à implementação de políticas públicas que assegurem o uso ético, crítico e responsável das tecnologias emergentes. A expansão da Inteligência Artificial e dos sistemas automatizados também introduz questões relacionadas à privacidade de dados, à transparência algorítmica, à autoria intelectual e à integridade científica. Nesse sentido, a UNESCO (2023a) defende que a adoção da Inteligência Artificial na educação seja orientada pela proteção dos direitos humanos, pela transparência, pela segurança dos dados e pela preservação da autonomia humana. A educação científica deve, portanto, articular inovação tecnológica, responsabilidade ética e cidadania digital.

A consolidação da educação científica na era digital está diretamente relacionada ao fortalecimento das metodologias ativas de aprendizagem. Estratégias como o Ensino por Investigação, a Aprendizagem Baseada em Problemas, a Aprendizagem Baseada em Projetos, a Sala de Aula Invertida e a cultura maker adquirem maior potencial pedagógico quando integradas às tecnologias digitais. Essa articulação amplia a participação dos estudantes na construção do conhecimento científico, estimulando a investigação, a experimentação, a argumentação baseada em evidências e a resolução de problemas reais. Bacich e Moran (2018) afirmam que a combinação entre metodologias ativas e tecnologias digitais promove aprendizagens mais profundas, contextualizadas e compatíveis com as demandas da sociedade do conhecimento.

Nesse contexto, a alfabetização científica e a alfabetização digital constituem competências complementares. Na era digital, a compreensão de conceitos científicos precisa estar associada à capacidade de interpretar dados, avaliar a confiabilidade das informações disponíveis em ambientes digitais, identificar conteúdos desinformativos e utilizar recursos tecnológicos de maneira ética e crítica. A educação científica passa, portanto, a incorporar competências relacionadas à análise de evidências, ao pensamento computacional, ao uso responsável das tecnologias e à comunicação científica em ambientes digitais. Bybee (2019) destaca que a alfabetização científica contemporânea envolve competências para compreender a ciência, interpretar evidências e participar criticamente das decisões relacionadas à tecnologia, à saúde, ao meio ambiente e ao desenvolvimento sustentável.

A expansão da Inteligência Artificial também tem provocado mudanças significativas na educação científica. Sistemas inteligentes, plataformas adaptativas, assistentes virtuais, algoritmos de aprendizagem personalizada e ferramentas de Inteligência Artificial Generativa ampliam as possibilidades de investigação científica, experimentação virtual e personalização da aprendizagem. Esses recursos permitem identificar dificuldades individuais, recomendar percursos formativos, oferecer feedback em tempo real e apoiar a construção do conhecimento científico. Contudo, sua utilização deve ocorrer como apoio ao processo educativo, preservando a mediação docente e favorecendo a autonomia intelectual dos estudantes. Holmes

et al. (2022) afirmam que a Inteligência Artificial tende a produzir melhores resultados educacionais quando utilizada de forma ética, transparente e articulada aos objetivos pedagógicos.

A formação continuada dos professores constitui uma condição essencial para a integração das tecnologias digitais ao ensino de Ciências. As rápidas transformações tecnológicas exigem que os docentes desenvolvam competências relacionadas à seleção, à utilização e à avaliação crítica dos recursos aplicados às práticas pedagógicas. A formação profissional deve contemplar conhecimentos sobre metodologias investigativas, recursos digitais, cultura de dados, Inteligência Artificial, avaliação mediada por tecnologias e princípios éticos da educação digital. Imbernón (2023) destaca que a formação continuada é indispensável para que os professores transformem a inovação tecnológica em inovação pedagógica efetiva. Em consonância com essa perspectiva, Buesa (2022a, p. 3) ressalta:

Não basta que as escolas recebam os equipamentos, internet e que criem laboratórios de informática se não houver pessoas — docentes e outros agentes educacionais — que saibam usar ou dar suporte para o uso dessas tecnologias, de forma que deixem de ser apenas recursos e passem a criar efetiva aprendizagem significativa.

A educação científica mediada pelas tecnologias digitais também favorece práticas interdisciplinares. Problemas relacionados às mudanças climáticas, à saúde pública, à sustentabilidade, à biotecnologia, à energia, à Inteligência Artificial e ao desenvolvimento tecnológico exigem a integração de conhecimentos das Ciências da Natureza, da Matemática, da Engenharia, da Tecnologia e das Ciências Humanas. Essa perspectiva aproxima-se do modelo STEM — Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática — e, em abordagens ampliadas, do STEAM, que incorpora as Artes aos processos investigativos. Segundo o National Research Council (2012), a educação STEM favorece a integração curricular, o desenvolvimento do pensamento científico e a preparação dos estudantes para enfrentar problemas complexos da sociedade contemporânea.

Apesar dessas possibilidades, a transformação digital ainda encontra obstáculos relacionados às desigualdades de acesso, às limitações da infraestrutura escolar, à exclusão digital, à insuficiência de equipamentos e às dificuldades de integração sistemática dos recursos tecnológicos ao currículo. A superação dessas barreiras depende de investimentos em conectividade, manutenção de equipamentos, formação docente permanente e políticas públicas comprometidas com a equidade no acesso às tecnologias educacionais. A inserção de recursos digitais, portanto, precisa estar acompanhada de condições institucionais que assegurem seu uso crítico, planejado e pedagogicamente significativo.

A educação científica na era digital transforma os processos de ensino e aprendizagem ao articular tecnologias digitais, metodologias investigativas, alfabetização científica e inovação pedagógica. Essa integração favorece o desenvolvimento de competências relacionadas à investigação, à interpretação de

informações, à resolução de problemas e à utilização responsável do conhecimento científico. Desse modo, contribui para a formação de estudantes capazes de compreender, produzir e aplicar conhecimentos científicos de forma ética, crítica e socialmente responsável em uma sociedade marcada por constantes transformações tecnológicas.

A educação baseada em evidências e a cultura de dados constituem componentes estruturantes desse processo. A disponibilidade de grandes volumes de informações científicas, bancos de dados abertos, plataformas de pesquisa e ferramentas de análise computacional permite que os estudantes desenvolvam competências relacionadas à interpretação de dados, à formulação de hipóteses, à validação de resultados e à construção de argumentos fundamentados em evidências. Essa perspectiva fortalece o rigor científico e amplia a compreensão sobre os processos de produção, análise e validação do conhecimento pela comunidade científica. A OCDE (2021) destaca que a educação contemporânea deve preparar os estudantes para interpretar informações complexas, avaliar evidências e utilizar dados de forma crítica na resolução de problemas.

O desenvolvimento da cidadania científica complementa essa formação. A expansão das tecnologias digitais e da circulação de informações exige que os estudantes sejam capazes de diferenciar evidências científicas, opiniões pessoais e conteúdos desinformativos, especialmente em debates relacionados à saúde, à sustentabilidade, às mudanças climáticas e à inovação tecnológica. Nesse contexto, a educação científica assume papel estratégico na formação de cidadãos aptos a participar de debates públicos de maneira crítica, ética e fundamentada. Sasseron (2020) ressalta que a alfabetização científica fortalece a participação democrática ao possibilitar que os indivíduos compreendam e utilizem conhecimentos científicos na tomada de decisões cotidianas.

A inovação pedagógica constitui uma condição fundamental para a consolidação da transformação digital da aprendizagem. A incorporação das tecnologias digitais somente produz impactos significativos quando acompanhada por mudanças metodológicas capazes de estimular investigação, colaboração, criatividade e resolução de problemas. Desse modo, o uso de laboratórios virtuais, plataformas adaptativas, Inteligência Artificial e recursos imersivos deve estar articulado a objetivos educacionais claramente definidos e integrado ao currículo escolar. Fullan (2020) destaca que a inovação educacional depende da articulação entre tecnologia, desenvolvimento profissional docente e transformação das práticas pedagógicas.

A formação docente também ocupa posição central na educação científica digital. Os professores são responsáveis pela seleção crítica das tecnologias, pela mediação das atividades investigativas e pela promoção de aprendizagens significativas. Programas permanentes de formação continuada favorecem o desenvolvimento das competências digitais docentes e ampliam a capacidade de integrar tecnologias emergentes aos processos educativos de maneira ética, crítica e cientificamente fundamentada. Além disso,

contribuem para a adoção de metodologias ativas e para a construção de ambientes de aprendizagem mais colaborativos, investigativos e inovadores.

A educação científica na era digital representa uma transformação estrutural dos processos de ensino e aprendizagem, ao integrar ciência, tecnologia, inovação e desenvolvimento humano. Sua consolidação depende da articulação entre políticas públicas, infraestrutura tecnológica, formação continuada, metodologias investigativas e compromisso institucional com uma educação científica crítica, inclusiva e alinhada às demandas da sociedade do conhecimento.

3 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de abordagem qualitativa, desenvolvido com o objetivo de analisar as tendências da educação científica na era digital, com ênfase nas contribuições da inovação tecnológica para a transformação da aprendizagem e o desenvolvimento de competências científicas na Educação Básica. Conforme defendem Narciso e Santana (2025, p. 19461), “[...] a metodologia adotada neste estudo baseou-se em uma pesquisa bibliográfica, considerada adequada para analisar e criticar as contribuições de autores consagrados no campo das metodologias científicas aplicadas à educação”. Essa abordagem possibilita compreender os processos relacionados à integração entre ciência, tecnologia e inovação em suas dimensões pedagógicas e sociais. Conforme Minayo (2021), a pesquisa qualitativa permite interpretar fenômenos complexos por meio da análise de seus significados, relações e contextos.

Quanto aos objetivos, a investigação classifica-se como exploratória e descritiva, uma vez que busca aprofundar conhecimentos sobre educação científica digital, tecnologias emergentes e inovação pedagógica, bem como analisar aspectos relacionados à Inteligência Artificial, alfabetização científica, metodologias ativas e competências digitais. Segundo Gil (2022), pesquisas exploratórias e descritivas contribuem para a compreensão de fenômenos contemporâneos e para a construção de conhecimentos sobre o objeto investigado.

Quanto aos procedimentos técnicos, realizou-se uma pesquisa bibliográfica fundamentada em livros, artigos científicos, dissertações, teses e documentos oficiais relacionados à educação científica, transformação digital, inovação educacional e tecnologias digitais. As buscas foram realizadas nas bases Scientific Electronic Library Online (SciELO), Portal de Periódicos da CAPES, Google Scholar, ERIC, Scopus e Web of Science, utilizando descritores em português e inglês relacionados ao objeto de estudo. Foram priorizadas publicações entre 2020 e 2025, complementadas por obras clássicas relevantes para a fundamentação teórica. Foram incluídos estudos diretamente relacionados à educação científica, às tecnologias digitais, à inovação pedagógica, à alfabetização científica e à transformação da aprendizagem.

Excluíram-se publicações duplicadas, textos opinativos sem fundamentação científica e estudos sem relação direta com os objetivos da pesquisa.

A análise dos dados ocorreu por meio de análise bibliográfica interpretativa. Inicialmente, realizou-se a leitura exploratória das produções selecionadas, seguida da leitura analítica e da identificação das principais categorias temáticas. Posteriormente, as informações foram organizadas em eixos relacionados às tendências da educação científica, à inovação tecnológica, às competências digitais, às metodologias investigativas e à aprendizagem significativa, possibilitando a construção de uma síntese crítica dos estudos analisados. Conforme Prodanov e Freitas (2013), esse procedimento favorece a sistematização das informações e a elaboração de interpretações consistentes sobre o objeto investigado. Por se tratar de pesquisa exclusivamente bibliográfica, desenvolvida a partir de literatura científica e documentos de acesso público, não houve participação direta de seres humanos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura evidencia que a transformação digital promoveu mudanças profundas na educação científica, ampliando significativamente as possibilidades de investigação, experimentação e construção colaborativa do conhecimento. Os estudos analisados demonstram que a incorporação de tecnologias digitais favorece maior protagonismo dos estudantes, fortalece a alfabetização científica e amplia o desenvolvimento de competências relacionadas ao pensamento crítico, à resolução de problemas e à cultura digital (Brasil, 2018; OECD, 2021). Contudo, esses efeitos não decorrem automaticamente da presença das tecnologias, pois dependem da intencionalidade pedagógica e das condições em que esses recursos são utilizados.

Com base na análise das produções selecionadas, os principais resultados foram organizados em categorias temáticas relacionadas às tendências da educação científica na era digital. Essa sistematização permitiu identificar convergências entre os estudos quanto às contribuições das tecnologias digitais, às possibilidades de inovação pedagógica e aos desafios relacionados à formação docente, à infraestrutura e às implicações éticas. O Quadro 1 apresenta uma síntese das categorias identificadas e dos principais resultados da análise.

EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NA ERA DIGITAL: TENDÊNCIAS, INOVAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Quadro 1 – Síntese das categorias e dos principais resultados da análise

Categoria de análise	Principais resultados identificados	Fundamentação
Tecnologias digitais e metodologias ativas	Ampliação das possibilidades de investigação, experimentação, colaboração e participação dos estudantes na construção do conhecimento científico.	Bacich e Moran (2018); OECD (2021)
Inteligência Artificial na educação científica	Possibilidades de personalização da aprendizagem, feedback imediato e apoio à investigação, acompanhadas por desafios éticos e pedagógicos.	Holmes et al. (2022); UNESCO (2023b)
Alfabetização científica e digital	Desenvolvimento da capacidade de interpretar evidências, analisar informações, compreender dados e participar criticamente de questões científicas e tecnológicas.	Bybee (1997); Sasseron (2015)
Formação continuada dos professores	Necessidade de desenvolvimento profissional permanente para a integração crítica, ética e pedagogicamente fundamentada das tecnologias digitais.	Buesa (2022a); OECD (2023)
Infraestrutura, inclusão e equidade digital	Persistência de desigualdades de acesso, limitações de infraestrutura e necessidade de políticas públicas voltadas à inclusão digital.	OECD (2023); UNESCO (2023a)
Ética e cidadania digital	Necessidade de atenção à privacidade, proteção de dados, transparência algorítmica, integridade acadêmica e uso responsável da Inteligência Artificial.	Holmes et al. (2022); UNESCO (2023b)

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Conforme sintetizado no Quadro 1, um dos resultados recorrentes refere-se à integração entre metodologias ativas e tecnologias digitais. A literatura demonstra que práticas fundamentadas no Ensino por Investigação, Aprendizagem Baseada em Projetos, Aprendizagem Baseada em Problemas, cultura maker e experimentação científica apresentam melhores resultados quando articuladas a recursos como laboratórios virtuais, simuladores, plataformas digitais e Inteligência Artificial (Bacich, 2023; Moran, 2023; Sasseron, 2020). Essa integração favorece aprendizagem significativa ao aproximar os estudantes dos processos próprios da investigação científica. Entretanto, sua efetividade depende do planejamento docente, da adequação dos recursos aos objetivos de aprendizagem e da participação ativa dos estudantes.

Os estudos também evidenciam que a Inteligência Artificial representa uma das principais tendências da educação científica contemporânea. Sistemas inteligentes ampliam as possibilidades de personalização da aprendizagem, oferecem feedback imediato, apoiam a análise de dados científicos e fortalecem o desenvolvimento de competências digitais (OECD, 2021; UNESCO, 2023). Entretanto, verificou-se que sua utilização exige supervisão pedagógica, reflexão ética e formação docente para evitar dependência tecnológica, reprodução de vieses algorítmicos e utilização inadequada das ferramentas (Holmes et al., 2022; UNESCO, 2023). Desse modo, a Inteligência Artificial não deve ser compreendida como substituta da mediação docente, mas como um recurso condicionado a critérios pedagógicos, éticos e científicos.

Outro aspecto identificado refere-se ao fortalecimento da alfabetização científica e digital. A literatura demonstra que estudantes envolvidos em práticas pedagógicas mediadas por tecnologias

desenvolvem maior capacidade de interpretar evidências, avaliar informações científicas, analisar dados e compreender relações entre ciência, tecnologia e sociedade (Bybee, 2019; Sasseron, 2020). Além disso, observou-se aumento da motivação, da autonomia e da participação ativa nos processos de aprendizagem. Ainda assim, esses resultados devem ser analisados com cautela, uma vez que o acesso aos recursos digitais e as oportunidades de participação não ocorrem de maneira homogênea entre os estudantes.

A revisão bibliográfica também evidencia desafios importantes para a consolidação da educação científica digital. Entre eles destacam-se desigualdades de acesso às tecnologias, limitações de infraestrutura, insuficiência de formação continuada dos professores, necessidade de reorganização curricular e dificuldades para integrar inovação tecnológica às práticas pedagógicas de maneira sistemática (Imbernón, 2023; OECD, 2021; UNESCO, 2023). A transformação digital mostrou-se mais efetiva em contextos nos quais políticas públicas, gestão escolar e desenvolvimento profissional docente atuam de forma articulada. Essa constatação demonstra que a simples aquisição de equipamentos não garante inovação pedagógica, caso não esteja acompanhada por mudanças institucionais, curriculares e formativas.

Outro resultado relevante refere-se às implicações éticas decorrentes da expansão das tecnologias digitais. Questões relacionadas à proteção de dados, transparência algorítmica, integridade acadêmica, inclusão digital e uso responsável da Inteligência Artificial tornaram-se elementos centrais da educação científica contemporânea, exigindo que escolas desenvolvam políticas de cidadania digital e formação ética para estudantes e professores (Holmes et al., 2022; UNESCO, 2023). A ausência dessas orientações pode ampliar desigualdades, comprometer a privacidade dos usuários e favorecer práticas pouco transparentes no uso de sistemas automatizados.

A análise crítica das evidências demonstra que a educação científica na era digital representa uma transformação abrangente dos processos de ensino e aprendizagem. A integração entre ciência, tecnologia, inovação pedagógica e formação crítica fortalece a qualidade da aprendizagem e amplia a capacidade dos estudantes de compreender e atuar em uma sociedade fortemente influenciada pelo desenvolvimento científico e tecnológico (National Research Council, 2012; Fullan, 2020). Contudo, sua consolidação depende de políticas públicas, formação docente, infraestrutura adequada, critérios éticos e compromisso institucional, evitando-se uma compreensão determinista segundo a qual a tecnologia, isoladamente, seria capaz de solucionar os problemas educacionais.

5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa possibilitou compreender que a educação científica na era digital representa uma profunda transformação das práticas pedagógicas, ampliando significativamente as possibilidades de investigação, experimentação, construção colaborativa do conhecimento e desenvolvimento das competências científicas previstas para a Educação Básica.

Os estudos analisados evidenciaram que tecnologias como Inteligência Artificial, laboratórios virtuais, realidade aumentada, plataformas digitais, robótica educacional e ambientes virtuais de aprendizagem fortalecem a alfabetização científica, promovem aprendizagem significativa e ampliam o protagonismo dos estudantes nos processos investigativos. Além disso, verificou-se que a integração entre tecnologias digitais e metodologias ativas potencializa a inovação pedagógica e aproxima o ensino escolar das práticas contemporâneas da produção científica.

A pesquisa também demonstrou que a consolidação da educação científica digital depende da formação continuada dos professores, da infraestrutura tecnológica das instituições, da redução das desigualdades de acesso, da reorganização curricular e da construção de políticas públicas capazes de promover inovação com equidade. Paralelamente, evidenciou-se a necessidade de fortalecer princípios éticos relacionados à utilização das tecnologias digitais, especialmente quanto à proteção de dados, ao uso responsável da Inteligência Artificial e ao desenvolvimento da cidadania digital.

Conclui-se, portanto, que a educação científica na era digital deve ser compreendida como um processo de transformação pedagógica, científica e social. Sua efetividade depende da articulação entre inovação tecnológica, formação docente, metodologias investigativas e compromisso institucional com a construção de uma aprendizagem crítica, inclusiva e orientada pelas demandas da sociedade do conhecimento.

REFERÊNCIAS

BACICH, Lilian; MORAN, José (org.). **Metodologias ativas para uma educação inovadora**: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018.

BUESA, N. Y. **As tecnologias digitais de informação e comunicação nas abordagens educacionais**. Flórida: Must University, 2022a. E-book.

BUESA, N. Y. **Os impactos da tecnologia na educação escolar**. Flórida: Must University, 2022b. E-book.

BYBEE, Rodger W. **Achieving scientific literacy**: from purposes to practices. Portsmouth: Heinemann, 1997.

FULLAN, Michael. **Leading in a culture of change**. 2. ed. San Francisco: Jossey-Bass, 2020.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. Barueri: Atlas, 2022.

HOLMES, Wayne et al. Ethics of AI in education: towards a community-wide framework. **International Journal of Artificial Intelligence in Education**, v. 32, n. 3, p. 504–526, 2022. DOI: 10.1007/s40593-021-00239-1.

KENSKI, Vani Moreira. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. 8. ed. Campinas: Papirus, 2012.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.); DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes, 2021.

NARCISO, R.; SANTANA, A. C. de A. Metodologias científicas na educação: uma revisão crítica e proposta de novos caminhos. **ARACÊ**, v. 6, n. 4, p. 19459–19475, 2025.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas**. Washington, DC: The National Academies Press, 2012. DOI: 10.17226/13165.

OECD. **OECD digital education outlook 2021: pushing the frontiers with artificial intelligence, blockchain and robots**. Paris: OECD Publishing, 2021. DOI: 10.1787/589b283f-en.

OECD. **OECD digital education outlook 2023: towards an effective digital education ecosystem**. Paris: OECD Publishing, 2023. DOI: 10.1787/c74f03de-en.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SASSERON, Lúcia Helena. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, número especial, p. 49–67, 2015. DOI: 10.1590/1983-2117201517s04.

SELWYN, Neil. **Education and technology: key issues and debates**. 3. ed. London: Bloomsbury Academic, 2021.

UNESCO. **Media and information literate citizens: think critically, click wisely! Media and information literacy curriculum for educators and learners**. 2. ed. Paris: UNESCO, 2021.

UNESCO. **Global education monitoring report 2023: technology in education: a tool on whose terms?** Paris: UNESCO, 2023a.

UNESCO. **Guidance for generative AI in education and research**. Paris: UNESCO, 2023b.

SILVA, João da. **O impacto da inteligência artificial na educação moderna**. 2. ed. São Paulo: Editora Futuro, 2023. 245 p.