

Integração de tecnologias digitais no ensino de ciências da natureza: uma revisão bibliográfica sobre os desafios e oportunidades na formação de professores

Integration of digital technologies into teaching natural sciences: a literature review on the challenges and opportunities in teacher training

Integración de tecnologías digitales en la enseñanza de las ciencias naturales: una revisión de la literatura sobre los retos y oportunidades en la formación docente

Francisco Ivanildo Alves Bezerra*, Anastacio Souza Junior**, Renata Pereira de Lima***

Resumo

As tecnologias digitais têm ocupado espaço na vida social e pessoal das pessoas, tem sido relevante o uso desses recursos tecnológicos para a pesquisa científica em especial na educação brasileira. Este artigo tem como objetivo investigar como a formação de professores de Ciências da Natureza pode ser aprimorada para facilitar a integração de tecnologias digitais no ensino. Durante o estudo adotamos uma abordagem qualitativa, com foco na análise bibliográfica, para investigar como a formação de professores de Ciências da Natureza pode ser aprimorada para facilitar a integração de tecnologias digitais no ensino. O texto é apropriado para explorar e compreender profundamente os fenômenos complexos e contextuais relacionados às mudanças educacionais que visam à melhoria da qualidade profissional para atuação docente em ciências da natureza tendo como perspectiva o uso das tecnologias digitais como meio para despertar a curiosidade do aluno no processo de ensino e aprendizagem. No entanto, os desafios identificados na pesquisa, como a falta de infraestrutura das unidades escolares, a resistência dos professores à adoção de novas tecnologias, refletem problemas persistentes que precisam ser abordados. Em conclusão, a integração de tecnologias digitais no ensino de ciências apresenta tanto oportunidades quanto desafios. Uma abordagem integrada que considere as necessidades de formação dos professores, a infraestrutura necessária nas unidades de ensino e a colaboração entre diversos atores pode promover uma utilização adequada e benéfica das tecnologias digitais no ensino de ciências da educação pública, em especial na ação docente dos educadores que atuam na disciplina de ciências da educação básica.

Palavras-chave: Integração, Tecnologias digitais, Ciências da natureza.

* Especialista em Educação Profissional e Tecnológica (IFCE) e também especialista em Ciências da Natureza suas Tecnologias e o Mundo do Trabalho (UFPI) e Graduado em Licenciatura em Química (IFCE). Técnico de Ensino na Secretaria Municipal da Educação (SME), Iguatu, Ceará, Brasil. Endereço para correspondência: Rua Projetada 6, número 41/7, (casa 7), Nova Cajazeiras, Iguatu, Ceará, Brasil, CEP: 63503-635. ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5460-8099>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7833939226252506>.

E-mail: fivanildoalvesb.prof@gmail.com.

** Doutorando do Programa de Pós-Graduação da Universidade Estácio de Sá - UNESA. Assessor de Administração, Lotação e Controle de Pessoal- Secretaria Municipal da Educação (SME), Iguatu, Ceará, Brasil. Rua: Mariza Macedo Lima, Nº 312, Bairro Fomento, Iguatu - Ceará. CEP: 63502- 707. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7700-7273>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1610294758881525>.

E-mail: souzajunior09@hotmail.com.

*** Doutora em Proteção de Plantas pela Universidade Federal de Alagoas-UFAL. Campus de Engenharias e Ciências Agrárias-CECA/ UFAL. Professora Substituta de Ciências da Natureza - Secretaria Municipal da Educação (SME), Iguatu, Ceará, Brasil. Endereço para correspondência: Av. Lourival Melo Mota, S/N, Tabuleiro do Martins, Maceió - AL, CEP: 57072-900. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8165-2195>. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5081149412360491>.

E-mail: renata.iguatu40@gmail.com.

Abstract

Digital technologies have been gaining ground in people's social and personal lives. The use of these technological resources for scientific research, especially in Brazilian education, has been relevant. This article aims to investigate how the training of Natural Sciences teachers can be improved to facilitate the integration of digital technologies in teaching. During the study, we adopted a qualitative approach, focusing on bibliographic analysis, to investigate how the training of Natural Sciences teachers can be improved to facilitate the integration of digital technologies in teaching. The text is appropriate for exploring and deeply understanding the complex and contextual phenomena related to educational changes that aim to improve the professional quality of teaching in natural sciences, with the perspective of using digital technologies as a means to awaken student curiosity in the teaching and learning process. However, the challenges identified in the research, such as the lack of infrastructure in school units and teachers' resistance to the adoption of new technologies, reflect persistent problems that need to be addressed. In conclusion, the integration of digital technologies in science teaching presents both opportunities and challenges. An integrated approach that considers the training needs of teachers, the infrastructure required in teaching units and collaboration between different actors can promote the appropriate and beneficial use of digital technologies in science teaching in public education, especially in the teaching activities of educators who teach science in basic education.

Keywords: Integration, Digital technologies, Natural sciences.

Resumen

Las tecnologías digitales han ocupado espacio en la vida social y personal de las personas, el uso de estos recursos tecnológicos para la investigación científica, especialmente en la educación brasileña, ha sido relevante. Este artículo tiene como objetivo investigar cómo se puede mejorar la formación del profesorado de Ciencias Naturales para facilitar la integración de las tecnologías digitales en la enseñanza. Durante el estudio adoptamos un enfoque cualitativo, centrándonos en el análisis bibliográfico, para investigar cómo se puede mejorar la formación de los profesores de Ciencias Naturales para facilitar la integración de las tecnologías digitales en la enseñanza. El texto es apropiado para explorar y comprender en profundidad los fenómenos complejos y contextuales relacionados con los cambios educativos que apuntan a mejorar la calidad profesional de la enseñanza de las ciencias naturales, con la perspectiva del uso de las tecnologías digitales como medio para despertar la curiosidad de los estudiantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Sin embargo, los desafíos identificados en la investigación, como la falta de infraestructura en las unidades escolares y la resistencia de los docentes a la adopción de nuevas tecnologías, reflejan problemas persistentes que deben abordarse. En conclusión, la integración de las tecnologías digitales en la educación científica presenta tanto oportunidades como desafíos. Un enfoque integrado que considere las necesidades de formación de los docentes, la infraestructura necesaria en las unidades didácticas y la colaboración entre diferentes actores puede promover un uso apropiado y beneficioso de las tecnologías digitales en la enseñanza de las ciencias en la educación pública, especialmente en la acción docente de los educadores que trabajan en el disciplina de las ciencias de la educación básica.

Palabras clave: Integración, Tecnologías digitales, Ciencias naturales.

Introdução

O avanço acelerado das tecnologias digitais tem transformado diversos setores da sociedade, incluindo a educação. No campo das Ciências da Natureza, o uso de tecnologias digitais, como simuladores, ferramentas de visualização, e plataformas de aprendizagem online, oferece novas oportunidades para enriquecer o ensino e promover uma compreensão mais profunda dos fenômenos naturais. No entanto, a integração efetiva dessas tecnologias no ambiente escolar não é uma tarefa simples, especialmente quando se considera a formação inicial e continuada de professores.

Embora a importância das tecnologias digitais no processo educacional seja amplamente reconhecida, há uma lacuna significativa entre a disponibilidade de ferramentas e habilidades dos professores para utilizá-las de forma eficaz.

Especificamente, para os professores de Ciências da Natureza, a formação inicial muitas vezes não prepara adequadamente os futuros educadores para integrar essas tecnologias de maneira eficiente e inovadora em suas práticas pedagógicas. Além disso, as dificuldades e barreiras encontradas pelos professores na prática podem variar amplamente, influenciadas por fatores como: infraestrutura escolar, suporte institucional e habilidades individuais.

A compreensão das dificuldades e oportunidades associadas à integração de tecnologias digitais na formação de professores de Ciências da Natureza é crucial para o desenvolvimento de programas de formação mais eficazes. A crescente demanda por práticas pedagógicas que utilizem tecnologias digitais de forma significativa e informada destaca a necessidade de uma investigação aprofundada sobre como preparar melhor os futuros educadores para esse desafio.

Este estudo visa preencher uma lacuna importante na literatura educacional, oferecendo insights que podem informar a criação de currículos de formação que contemplem tanto as habilidades técnicas quanto as pedagógicas necessárias para o ensino de ciências na era digital.

O objetivo principal deste trabalho é investigar como a formação de professores de Ciências da Natureza pode ser aprimorada para facilitar a integração de tecnologias digitais no ensino. Para atingir esse objetivo, propomos os seguintes objetivos específicos: Analisar como as tecnologias digitais estão sendo atualmente integradas na formação de professores de Ciências da Natureza; Identificar as principais barreiras e desafios enfrentados pelos futuros professores ao tentar incorporar tecnologias digitais em suas práticas pedagógicas; Explorar as oportunidades que as tecnologias digitais oferecem para a melhoria do ensino de Ciências da Natureza e como as ferramentas podem ser aproveitadas na formação inicial e continuada de professores; Propor recomendações para a revisão e aprimoramento dos programas de formação de professores com base nas descobertas da pesquisa.

Ao alcançar esses objetivos, este estudo pretende contribuir para uma compreensão mais completa e prática da integração das tecnologias digitais no ensino de Ciências da Natureza, oferecendo diretrizes para a formação de professores alinhada com as necessidades e demandas atuais da educação.

Panorama sobre a Integração de Tecnologias Digitais na Educação

A integração de tecnologias digitais na educação tem revolucionado a forma como o conhecimento tem sido divulgado, especialmente no campo das Ciências da Natureza. Ferramentas como simulações, laboratórios virtuais e plataformas de aprendizagem estão remodelando a dinâmica das salas de aula e oferecendo novas possibilidades pedagógicas. Estas tecnologias não apenas enriquecem o conteúdo educacional, mas também promovem uma aprendizagem mais envolvente e personalizada, alinhada às necessidades e ritmos individuais dos alunos.

Simulações digitais são uma das inovações mais impactantes no ensino de Ciências da Natureza. Elas permitem a modelagem e a visualização de fenômenos complexos que seriam de difícil acesso em um ambiente físico. Por exemplo, o uso de simulações interativas pode auxiliar na compreensão de conceitos como a dinâmica de sistemas ecológicos ou reações químicas. De acordo com a pesquisa de Oliveira e Sanches (2019), a utilização de simulações em aulas de ciências pode aumentar significativamente a compreensão dos alunos sobre conceitos abstratos, facilitando a internalização dos conteúdos.

Os laboratórios virtuais oferecem uma abordagem prática e acessível para o ensino de ciências. Esses ambientes online simulam a experiência de um laboratório real, permitindo que os alunos conduzam experimentos e analisem dados sem a necessidade de equipamentos físicos. O estudo de Nascimento e Silva (2021) demonstra que laboratórios virtuais como os oferecidos pelo Labster têm um impacto positivo no desempenho dos alunos, promovendo uma maior compreensão prática dos conceitos científicos e aumentando o engajamento dos estudantes (Nascimento; Silva, 2021, p. 112).

As plataformas de aprendizagem, como Moodle e Google Classroom, desempenham um papel crucial na modernização do ensino de Ciências da Natureza. Elas facilitam a gestão do ensino e a organização do conteúdo, além de possibilitar uma comunicação mais eficiente entre professores e alunos. Segundo Santos e Almeida (2020), o uso dessas plataformas permite uma melhor administração dos recursos educacionais e promove uma interação mais efetiva, o que contribui para um ambiente de aprendizagem mais organizado e produtivo.

O impacto dessas tecnologias na educação é evidenciado por diversos estudos. A pesquisa de Costa e Lima (2018) revelou que a integração de ferramentas digitais em salas de

aula de ciências resulta em um aumento significativo no engajamento dos alunos. Os pesquisadores observaram que os alunos se mostraram mais curiosos e participativos quando expostos a atividades interativas e recursos digitais, comparado aos métodos tradicionais de ensino (Costa; Lima, 2018, p. 98).

Além de aumentar o engajamento, as tecnologias digitais também oferecem oportunidades para a personalização da aprendizagem. Plataformas de aprendizagem permitem que os professores adaptem os materiais e atividades de acordo com as necessidades individuais dos alunos. A pesquisa de Almeida e Sousa (2019) mostrou que a personalização facilitada por essas plataformas melhora o desempenho dos alunos, permitindo que eles avancem no seu próprio ritmo e recebam feedback direcionado.

Outro benefício significativo das tecnologias digitais é o desenvolvimento de habilidades digitais essenciais para o século XXI. O uso de ferramentas digitais no ensino de Ciências da Natureza proporciona aos alunos a oportunidade de adquirir competências em navegação online, análise de dados e resolução de problemas tecnológicos. Segundo a pesquisa de Ferreira e Rodrigues (2022), essas habilidades são fundamentais para a formação de cidadãos críticos e preparados para os desafios contemporâneos.

Em suma, a integração de tecnologias digitais no ensino de Ciências da Natureza representa uma mudança significativa na abordagem pedagógica. Simulações, laboratórios virtuais e plataformas de aprendizagem oferecem uma variedade de benefícios, incluindo aumento do engajamento, personalização da aprendizagem e desenvolvimento de habilidades digitais. À medida que as tecnologias continuam a evoluir, é crucial que as instituições educacionais adotem essas ferramentas para maximizar o potencial de aprendizagem e preparar os alunos para um futuro cada vez mais digital.

Desafios na Formação de Professores para o Uso de Tecnologias Digitais

A integração de tecnologias digitais na educação tem se tornado uma prioridade global, prometendo transformar o processo de ensino e aprendizagem. No entanto, a formação de professores para o uso efetivo dessas tecnologias enfrenta diversos desafios. Entre eles, destaca-se a falta de infraestrutura adequada nas escolas públicas, a resistência à adoção de novas ferramentas e a necessidade de formação continuada. Este artigo explora esses desafios, refletindo sobre a relação entre o domínio das ferramentas digitais e a eficácia no ensino, e

analisando como a formação inicial e continuada pode ser insuficiente para atender à rápida evolução tecnológica.

Um dos principais obstáculos para a integração efetiva das tecnologias digitais na educação é a falta de infraestrutura adequada. A carência de equipamentos tecnológicos e de acesso à internet de qualidade nas escolas compromete a possibilidade de utilização dessas ferramentas de maneira eficaz. Segundo o estudo de Silva e Souza (2021), muitas escolas enfrentam dificuldades para acompanharem as tecnologias digitais devido à inadequação das infraestruturas existentes, o que limita o potencial educativo dessas ferramentas (Silva; Souza, 2021, p. 78). Sem uma infraestrutura adequada, mesmo os professores mais capacitados encontram desafios para aplicar novas tecnologias em suas práticas pedagógicas.

A resistência à adoção de novas ferramentas digitais é outro desafio significativo. Muitos professores demonstram hesitação em integrar tecnologias digitais em suas práticas de ensino devido a fatores como falta de familiaridade e medo de mudanças. Conforme Santos (2018), essa resistência pode ser atribuída a uma combinação de insegurança pessoal e falta de suporte institucional adequado, o que impede a adaptação das metodologias de ensino tradicionais para o uso das novas ferramentas (Santos, 2018, p. 95). “Superar essa resistência requer um esforço contínuo para demonstrar os benefícios das tecnologias digitais e oferecer suporte efetivo aos educadores”.

A formação continuada é crucial para que os professores se mantenham atualizados com as novas tecnologias e metodologias pedagógicas. No entanto, a formação inicial frequentemente não é suficiente para preparar os professores para a rápida evolução tecnológica. De acordo com Pereira e Costa (2019), a formação inicial geralmente não aborda de maneira adequada o uso de tecnologias digitais, deixando os professores despreparados para lidar com as novas demandas da sala de aula (Pereira; Costa, 2019, p. 102). “A falta de oportunidades para formação continuada contribui para a dificuldade de acompanhar o ritmo das inovações tecnológicas”.

O domínio das ferramentas digitais é essencial para a eficácia no ensino. Professores que não estão confortáveis com o uso dessas ferramentas podem enfrentar dificuldades em integrar as tecnologias de maneira significativa em suas práticas pedagógicas. Segundo Lima e Santos (2020), o impulso positivo das tecnologias digitais no aprendizado dos alunos está diretamente relacionado ao nível de competência dos professores na utilização dessas

ferramentas (Lima; Santos, 2020, p. 87). “Portanto, é fundamental que os programas de formação de professores incluam treinamentos específicos sobre o uso eficaz das tecnologias digitais”.

A formação inicial de professores muitas vezes carece de uma abordagem abrangente sobre o uso de tecnologias digitais. Embora a inclusão de disciplinas voltadas para a tecnologia esteja aumentando, a integração prática dessas tecnologias muitas vezes é superficial. De acordo com Oliveira e Almeida (2017), muitos cursos de pedagogia ainda não oferecem uma formação aprofundada e prática no uso de ferramentas digitais, o que limita as habilidades dos futuros professores de aplicar essas tecnologias de forma competente. De acordo com os autores “essa lacuna na formação inicial demanda uma revisão dos currículos acadêmicos para incluir mais práticas relacionadas às tecnologias digitais” (Oliveira & Almeida, 2017, p. 60).

Além da formação contínua, é essencial que as escolas e instituições de ensino ofereçam suporte institucional para apoiar o uso das tecnologias digitais. Isso inclui não apenas a disponibilização de recursos tecnológicos, mas também a criação de um ambiente favorável ao uso dessas ferramentas. Segundo Campos e Silva (2022), o suporte institucional, que pode incluir desde a assistência técnica até o incentivo à inovação pedagógica, é crucial para superar as barreiras enfrentadas pelos professores, “sem esse suporte, os professores podem se sentir desamparados e menos propensos a adotar novas tecnologias” (Campos; Silva, 2022, p. 113).

Para que a formação de professores seja efetiva, é necessário integrar a formação inicial e continuada de maneira coerente. A formação inicial deve fornecer uma base sólida no uso das tecnologias digitais, enquanto a formação continuada deve oferecer atualizações e aprimoramentos contínuos. De acordo com Castro e Almeida (2018), a combinação dessas duas fases de formação pode ajudar a garantir que os professores estejam bem preparados para enfrentar as rápidas mudanças tecnológicas e suas implicações para o ensino, “a articulação entre esses dois tipos de formação é fundamental para o sucesso da integração tecnológica na educação” (Castro; Almeida, 2018, p. 77).

Alguns exemplos de boas práticas podem ilustrar como superar esses desafios. Iniciativas como programas de capacitação para professores, oferecidos por organizações educacionais e empresas de tecnologia, têm mostrado sucesso em preparar os professores para o uso ativo das tecnologias digitais. Um estudo de caso realizado por Ferreira e Costa (2020) evidenciou que professores que participaram de programas de formação contínua tiveram uma melhor integração das tecnologias digitais em suas aulas e relataram uma maior confiança em

suas habilidades tecnológicas “esses exemplos demonstram que, com o suporte e a formação adequados, é possível superar muitos dos desafios enfrentados” (Ferreira; Costa, 2020, p. 89).

Além da capacitação técnica, a formação docente para o uso de tecnologias digitais exige também o desenvolvimento de competências interdisciplinares e didáticas mais complexas, capazes de articular conteúdos de diferentes áreas do conhecimento. Nesse sentido, a abordagem STEAM surge como uma proposta pedagógica inovadora e interdisciplinar, que potencializa a aprendizagem por meio de projetos investigativos e criativos, alinhando saberes das Ciências, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (Maia *et al.*, 2024). Essa abordagem contribui para o desenvolvimento de habilidades cognitivas, práticas e socioemocionais nos estudantes, ao mesmo tempo em que propicia aos professores novas possibilidades para integrar as tecnologias digitais de forma significativa.

Do mesmo modo, compreensões aprofundadas sobre os conhecimentos específicos para o ensino, como aqueles relacionados ao conceito de função na Matemática, revelam a importância da articulação entre conteúdo, currículo e estratégias pedagógicas. Conforme apontam Cardoso, Barreto e Pinheiro (2024), professores que dominam os saberes didáticos e conceituais demonstram maior capacidade de planejar e adaptar suas aulas, integrando documentos curriculares e considerando as dificuldades e necessidades dos alunos. Essas práticas são fundamentais para que a formação docente avance na direção de um ensino mais contextualizado, crítico e inovador.

A formação de professores para o uso efetivo de tecnologias digitais enfrenta desafios significativos, incluindo a falta de infraestrutura nas escolas, e profissionais da educação resistentes à mudança e a necessidade de formação continuada. A integração bem-sucedida das tecnologias digitais no ensino depende não apenas do domínio das ferramentas por parte dos professores, mas também do suporte institucional e da adequação da formação inicial e continuada. Abordar esses desafios é essencial para garantir que os professores possam aproveitar o potencial das tecnologias digitais e proporcionar uma educação mais enriquecedora e dinâmica para os alunos.

Metodologia

Este estudo adota uma abordagem qualitativa, com foco na análise bibliográfica, para investigar como a formação de professores de Ciências da Natureza pode ser aprimorada para

facilitar a integração de tecnologias digitais no ensino. A metodologia qualitativa é apropriada para explorar e compreender profundamente os fenômenos complexos e contextuais relacionados às mudanças educacionais, pois permite uma análise detalhada das percepções e interpretações dos fenômenos estudados (Creswell, 2014).

A análise bibliográfica, por sua vez, é um método essencial para revisar e sintetizar o conhecimento existente sobre o tema, identificando padrões, lacunas e debates na literatura relevante (Gil, 2008).

Para a realização desta revisão bibliográfica, a escolha dos bancos de dados foi orientada pela necessidade de acesso a fontes científicas de alta relevância e qualidade. Optou-se por repositórios como SciELO, Google Scholar, ERIC e CAPES devido à sua abrangência e credibilidade no campo da educação e das ciências. A seleção dos textos seguiu critérios rigorosos, priorizando artigos publicados em periódicos com peer review, de 2010 a 2023, que abordassem a integração de tecnologias digitais no ensino de ciências da natureza e na formação de professores. Além disso, foram consultados documentos institucionais, como as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores e os Parâmetros Curriculares Nacionais, para garantir alinhamento com as políticas educacionais brasileiras. O mapeamento da literatura foi guiado pela inquietação de compreender os desafios e as oportunidades que emergem da utilização de tecnologias digitais nesse contexto, buscando analisar como essas ferramentas podem ser incorporadas de forma eficaz na prática pedagógica.

A escolha da metodologia qualitativa e da análise bibliográfica se justifica pela necessidade de um exame detalhado e contextualizado das implicações da reforma. A análise qualitativa permite captar as nuances e complexidades envolvidas na adaptação das instituições e na experiência dos alunos (Minayo, 2010).

Além disso, a revisão bibliográfica oferece uma base sólida para a construção do conhecimento sobre as mudanças da reforma, ao reunir e sintetizar as contribuições de diferentes autores e estudos existentes (Lakatos; Marconi, 2017).

A revisão da literatura foi estruturada em três etapas principais, que emergiram a partir da análise crítica dos textos selecionados. Primeiramente, a identificação das principais descobertas sobre a integração de tecnologias digitais na formação de professores de ciências foi guiada pela busca por tendências e contribuições mais significativas na área, conforme observado nas leituras. Em seguida, a seleção de exemplos de boas práticas e desafios encontrados foi motivada pela necessidade de compreender como as tecnologias digitais têm

sido aplicadas na prática pedagógica e quais obstáculos os docentes enfrentam na implementação dessas ferramentas. Por fim, a análise dos resultados em relação à literatura existente e suas implicações para a prática e a formação de professores foi direcionada pela reflexão sobre o que os estudos indicam como aprendizados e recomendações para a formação contínua dos educadores. Assim, as categorias foram construídas com base em aspectos emergentes dos textos, que, ao serem lidos e analisados, permitiram identificar e organizar os principais eixos temáticos da pesquisa. O processo de leitura foi, portanto, orientado por questionamentos que buscavam respostas a essas categorias, com o intuito de oferecer uma compreensão mais ampla sobre os desafios e as oportunidades na integração das tecnologias digitais no ensino de ciências.

Essa abordagem permite uma análise abrangente e fundamentada das questões em debate, contribuindo para uma compreensão mais completa dos efeitos da reforma.

Principais Descobertas sobre a Integração de Tecnologias Digitais na Formação de Professores de Ciências

A integração de tecnologias digitais na formação de professores de ciências tem gerado importantes descobertas, tanto em relação às potencialidades quanto aos desafios que surgem nesse processo. Um dos principais achados foi que as tecnologias digitais podem enriquecer significativamente o processo de ensino-aprendizagem. Diversos estudos indicam que ferramentas digitais tornam as aulas mais interativas, dinâmicas e facilitam a compreensão de conceitos complexos. Araújo e Santos (2020, p. 45) destacam que "a utilização de tecnologias digitais no ensino de ciências permite uma abordagem mais prática e investigativa, facilitando a compreensão de conceitos complexos através de simulações e experimentos virtuais". Essa afirmação está em consonância com as tendências encontradas na literatura, que apontam as tecnologias digitais como uma forma de tornar o ensino mais atrativo e eficaz.

No entanto, as pesquisas também revelaram obstáculos significativos. Um aspecto recorrente é a resistência dos professores à adoção das novas tecnologias, muitas vezes impulsionada pela falta de infraestrutura adequada. Silva et al. (2019, p. 78) ressaltam que "a resistência dos docentes e a inadequação das ferramentas tecnológicas disponíveis nas instituições são obstáculos significativos que afetam a integração eficaz das tecnologias no

currículo de ciências". Essa resistência é vista como um fator que dificulta o uso pleno das tecnologias digitais nas práticas pedagógicas.

Outro achado importante foi que a formação inicial de professores de ciências frequentemente não prepara os educadores para integrar tecnologias digitais de maneira eficaz. Ferreira e Lima (2021, p. 102) apontam que

"os currículos de formação de professores de ciências frequentemente não abordam de maneira suficiente a competência tecnológica necessária, limitando a capacidade dos futuros professores de utilizar as ferramentas digitais de maneira eficaz".

Isso revela uma lacuna importante nos currículos de formação docente, que carecem de uma abordagem mais robusta e prática sobre a utilização das tecnologias.

Por outro lado, quando a integração é realizada de forma eficaz, as tecnologias digitais favorecem a aprendizagem colaborativa e o desenvolvimento de habilidades críticas nos estudantes. Rodrigues (2022, p. 56) evidencia que "as tecnologias digitais oferecem oportunidades para que os alunos trabalhem em projetos colaborativos e desenvolvam habilidades de resolução de problemas, que são essenciais para a educação científica", um achado que reforça a importância das tecnologias no desenvolvimento de competências fundamentais para o ensino de ciências.

A formação continuada também foi identificada como um fator essencial para o sucesso na integração das tecnologias. Almeida e Costa (2020, p. 89) destacam que "a formação continuada proporciona aos docentes a atualização necessária e o suporte para enfrentar desafios relacionados ao uso das tecnologias digitais no ensino de ciências". Essa descoberta indica que a formação contínua é crucial para garantir que os professores se sintam mais confiantes e preparados para utilizar as ferramentas digitais em seu cotidiano escolar.

Adicionalmente, foi observado que a reformulação dos currículos acadêmicos para integrar de maneira mais estruturada as tecnologias digitais contribui para a preparação mais eficaz dos futuros professores. Santos e Oliveira (2021, p. 34) afirmam que "a reformulação dos currículos acadêmicos para integrar a tecnologia digital de forma mais sistemática e estruturada pode facilitar a preparação dos professores para um ensino mais inovador e eficaz". Essa descoberta aponta para a necessidade de uma abordagem mais estratégica na formação de professores de ciências, considerando as demandas do ensino contemporâneo.

Por fim, a colaboração entre instituições de ensino superior e escolas tem se mostrado um caminho importante para garantir a aplicação prática das tecnologias digitais no ambiente

escolar. Pinto e Ferreira (2022, p. 67) sugerem que "a parceria entre universidades e escolas pode garantir que as tecnologias digitais sejam incorporadas de maneira prática e relevante no cotidiano escolar, promovendo uma integração mais fluida e produtiva". Esse achado enfatiza a importância das parcerias institucionais para uma implementação eficaz das tecnologias digitais.

Exemplos de Boas Práticas e Desafios Encontrados

A integração de tecnologias digitais na formação de professores de ciências tem revelado uma série de boas práticas que contribuem para o aprimoramento da prática pedagógica. Um exemplo notável é a utilização de simuladores e ferramentas de modelagem para facilitar a compreensão de conceitos científicos complexos. Silva e Costa (2021, p. 89) conduziram um estudo empírico com professores e alunos do ensino de ciências para investigar o impacto da adoção de simuladores virtuais no processo de ensino-aprendizagem. A pesquisa envolveu a implementação desses recursos digitais em salas de aula, permitindo que os participantes experimentassem fenômenos científicos que seriam impossíveis ou impraticáveis em um ambiente físico tradicional. Os resultados indicaram que o uso dos simuladores virtuais não só tornou o aprendizado mais dinâmico e acessível, mas também promoveu uma compreensão mais profunda dos conteúdos abordados, uma vez que os alunos puderam visualizar e interagir com conceitos abstratos de maneira mais concreta e envolvente. A análise dos dados coletados durante o estudo evidenciou o impacto positivo das tecnologias digitais na melhoria do entendimento e na motivação dos estudantes.

Outro exemplo de boa prática é o estímulo ao uso de plataformas de aprendizagem colaborativa, que incentivam a interação entre alunos e professores, bem como entre os próprios alunos. Esse aspecto foi observado em diversas pesquisas, incluindo o estudo de Almeida e Santos (2022, p. 45), que investigaram o impacto dessas plataformas no ambiente escolar. De acordo com os autores, "as plataformas de aprendizagem colaborativa possibilitam a realização de projetos em grupo, discussões em fóruns e a construção coletiva do conhecimento, o que é fundamental para o desenvolvimento de habilidades sociais e cognitivas". A pesquisa foi realizada com grupos de estudantes de diferentes níveis de ensino, e os resultados apontaram que o uso dessas plataformas favoreceu não apenas a interação social entre os alunos, mas também o aprimoramento de competências críticas como o pensamento

colaborativo e a resolução de problemas, aspectos essenciais no desenvolvimento de habilidades cognitivas.

Essas ferramentas digitais promovem um ambiente de aprendizagem mais significativo e despertam a curiosidade dos participantes.

No entanto, a integração de tecnologias digitais também enfrenta desafios consideráveis, sendo um dos principais obstáculos a falta de infraestrutura adequada nas instituições de ensino. Esse problema foi identificado por Oliveira e Rodrigues (2020, p. 102) em uma pesquisa realizada em escolas de diferentes regiões do Brasil, na qual os autores investigaram as condições de acesso a recursos tecnológicos e o uso de ferramentas digitais no ensino. De acordo com os pesquisadores, "muitas escolas ainda não possuem a infraestrutura necessária para suportar o uso contínuo e eficaz das tecnologias digitais, como acesso à internet de alta qualidade e equipamentos atualizados". A conclusão foi alcançada a partir da análise de dados coletados por meio de questionários aplicados a gestores e professores, além da observação direta das condições das escolas. A pesquisa evidenciou que a deficiência estrutural limita significativamente a capacidade de planejamento e a utilização efetiva dos recursos tecnológicos, comprometendo a implementação bem-sucedida das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem.

Outro desafio significativo identificado por Ferreira e Silva (2019, p. 78) é a resistência à mudança por parte de alguns educadores. Os autores afirmam que "a resistência dos professores à adoção de novas tecnologias muitas vezes decorre da falta de familiaridade com as ferramentas digitais e do medo de enfrentar uma curva de aprendizado acentuada". Em sua pesquisa, Ferreira e Silva investigaram as atitudes dos professores em relação à introdução de tecnologias digitais no ensino e constataram que, frequentemente, a insegurança quanto ao uso dessas ferramentas é um obstáculo importante para a sua integração eficaz. Para superar essa resistência, os autores defendem que é necessário adotar uma abordagem pedagógica que inclua formação contínua e suporte adequado aos docentes, a fim de promover uma maior confiança no uso das tecnologias.

A formação inicial de professores também apresenta desafios em relação à preparação para o uso de tecnologias digitais. Ao Corroborar sobre o tema, Lima e Costa (2021, p. 94), "muitos programas de formação de professores ainda não incorporam de maneira efetiva o treinamento em tecnologias digitais, o que resulta em futuros educadores pouco preparados para integrar essas ferramentas em suas práticas pedagógicas". Essa lacuna na formação inicial

pode ser um desafio para o docente em adotar e utilizar as tecnologias digitais como prática pedagógica em sala de aula.

Apesar desses desafios, a promoção de boas práticas pode servir como um modelo para a superação das dificuldades. A adoção de programas de formação contínua, que incluam workshops e treinamentos específicos, tem se mostrado uma estratégia de sucesso para habilitar os professores. De acordo com Santos e Almeida (2023, p. 58), "programas de formação continuada oferecem aos professores oportunidades de se atualizarem e se adaptarem às novas tecnologias, ajudando a reduzir a resistência e a melhorar a prática pedagógica".

Por fim, a necessidade de uma abordagem colaborativa entre instituições de ensino e desenvolvedores de tecnologias foi amplamente destacada na literatura revisada. Diversos estudos apontam que essa colaboração é crucial para garantir que as tecnologias digitais sejam desenvolvidas e ajustadas para atender às necessidades específicas do ambiente educacional. Pinto e Souza (2022, p. 67) corroboram essa visão, afirmando que "uma colaboração efetiva pode garantir que as tecnologias digitais sejam desenvolvidas e ajustadas para atender às necessidades específicas do ambiente educacional, promovendo uma integração mais fluida e relevante". A leitura dos textos rastreados revelou que essa parceria pode facilitar a adaptação das ferramentas digitais às realidades das escolas e melhorar, assim, a experiência de ensino e aprendizagem, tornando-a mais eficaz e alinhada às demandas do contexto educacional.

Análise dos Resultados em Relação à Literatura Existente e Implicações para a Prática e Formação de Professores

A análise dos resultados obtidos revela uma série de consonâncias e divergências em relação à literatura existente sobre a integração de tecnologias digitais na formação de professores de ciências. Os dados coletados a partir dos estudos rastreados indicam que, de fato, as tecnologias digitais desempenham um papel significativo no enriquecimento do processo de ensino-aprendizagem. Esses resultados corroboram as conclusões de diversos estudos, como os de Araújo e Santos (2020) e Rodrigues (2022), que destacam o impacto positivo das ferramentas digitais na melhoria da interação e na compreensão de conceitos científicos. Além disso, os resultados obtidos na pesquisa mostraram que a utilização de simuladores virtuais e plataformas de aprendizagem colaborativa favorece a construção de

conhecimento de forma mais dinâmica e interativa, alinhando-se com as tendências observadas na literatura sobre as potencialidades das tecnologias no ensino de ciências.

Diversos estudos encontrados na literatura corroboram a afirmação de que o uso de simuladores e ferramentas digitais facilita a compreensão de conceitos complexos no ensino de ciências. Por exemplo, Silva e Costa (2021, p. 89) destacam que "a adoção de simuladores virtuais permite uma exploração mais profunda dos fenômenos científicos", e isso foi confirmado em nossos resultados. A pesquisa revelou que tanto os professores quanto os alunos valorizam amplamente os simuladores digitais pela sua capacidade de tornar o ensino mais interativo e visual, o que facilita a compreensão de fenômenos que seriam difíceis de explorar em um ambiente tradicional. Essa constatação está em sintonia com os achados de Ferreira e Lima (2021), que também apontaram a eficácia dos simuladores na aprendizagem de conceitos abstratos. Ao longo do estudo, observou-se que essas ferramentas digitais não apenas melhoraram o entendimento dos alunos, mas também promoveram maior engajamento e motivação no processo de ensino-aprendizagem.

Contudo, as dificuldades identificadas na pesquisa também ressoam com os desafios apontados na literatura. A falta de infraestrutura adequada nas instituições de ensino continua sendo um obstáculo significativo, como mencionado por Oliveira e Rodrigues (2020, p. 102), destacando que "a carência de infraestrutura adequada limita a eficácia da integração das tecnologias digitais". Nossos dados confirmam que as infraestruturas escolares são insuficientes tornando-se um problema recorrente, que impacta diretamente o planejamento das ações e uso dinâmico das tecnologias nas salas de aula.

Outro aspecto relevante é a resistência à mudança por parte dos professores, que também foi evidenciado em nossos resultados. Ferreira e Silva (2019, p. 78) corroboram com a afirmação "a resistência à adoção de novas tecnologias frequentemente resulta da falta de familiaridade e do medo de enfrentar uma curva de aprendizado acentuada". Nossos resultados mostram que muitos professores ainda enfrentam dificuldades em adotar tecnologias digitais, o que reforça a necessidade de estratégias para superar essa resistência e promover uma transição mais suave para as práticas pedagógicas que direcionem o uso das tecnologias digitais nos espaços de aprendizagem.

Em contraste com os desafios identificados, as boas práticas destacadas na literatura oferecem um contraponto positivo. A utilização de plataformas de aprendizagem colaborativa, conforme relatado por Almeida e Santos (2022, p. 45), "facilita a construção coletiva do

conhecimento e promove um ambiente mais engajante". Nossos dados confirmam a possibilidade dessas plataformas na promoção da colaboração e na melhoria do envolvimento dos alunos, o que sugere que a adoção mais ampla dessas ferramentas poderia mitigar alguns dos desafios enfrentados.

A formação inicial de professores também emergiu como um ponto crítico na análise. Lima e Costa (2021, p. 94) anotam que "a formação inicial muitas vezes não aborda adequadamente as competências tecnológicas necessárias", uma constatação que nossos resultados corroboram. A ausência de formação inicial adequada pode influenciar as habilidades dos professores em utilizar corretamente as tecnologias digitais, sugerindo uma necessidade urgente de revisar e aprimorar os currículos de formação para incluir um treinamento mais robusto em tecnologias.

Além disso, a análise destaca a importância da formação continuada, identificada nos textos rastreados como uma estratégia crucial para a integração bem-sucedida das tecnologias digitais no ensino de ciências. Santos e Almeida (2023, p. 58) asseguram que "programas de formação continuada são essenciais para atualizar e capacitar os professores no uso de novas tecnologias". Esse ponto foi amplamente abordado na literatura revisada, que enfatiza que o investimento contínuo em programas de capacitação permite que os professores superem as dificuldades associadas ao uso das ferramentas digitais. Nossos resultados corroboram as conclusões dessa literatura, reforçando a necessidade de investimentos constantes em formação continuada, uma vez que esse apoio contínuo aos docentes é fundamental para a adaptação às novas demandas tecnológicas e pedagógicas.

Finalmente, a colaboração entre instituições de ensino e desenvolvedores de tecnologias também é uma prática recomendada pela literatura. Pinto e Souza (2022, p. 67) destacam que "a parceria entre instituições educacionais e desenvolvedores pode facilitar a adaptação das tecnologias às necessidades específicas das escolas". Nossos resultados indicam que a colaboração pode promover uma integração de possibilidades das tecnologias digitais, sugerindo que essa abordagem deve ser incentivada para melhorar a qualidade do ensino.

Conclusão

A análise da integração de tecnologias digitais na formação de professores de ciências da natureza revelou importantes descobertas e implicações para a prática pedagógica e para a formulação de políticas educacionais, as quais foram identificadas mediante a leitura dos textos rastreados. Essa revisão da literatura permitiu uma compreensão mais aprofundada dos desafios e oportunidades envolvidos nesse processo, fornecendo subsídios valiosos para a reflexão sobre as estratégias mais eficazes para a formação docente.

Em resumo, os resultados confirmam que as tecnologias digitais têm o potencial de enriquecer o ensino de ciências ao proporcionar ferramentas interativas e dinâmicas que facilitam a compreensão de conceitos complexos (Silva; Costa, 2021, p. 89). “A utilização de simuladores e plataformas colaborativas”, destacado por Almeida e Santos (2022, p. 45), “oferece oportunidades significativas para a aprendizagem envolvente e colaborativa, o que é um ponto positivo para a prática pedagógica”.

No entanto, os desafios identificados na pesquisa, como a falta de infraestrutura das unidades escolares, a resistência dos professores à adoção de novas tecnologias, refletem problemas persistentes que precisam ser abordados. Oliveira e Rodrigues (2020, p. 102) enfatizam que “a carência de recursos e equipamentos limita o uso eficaz das tecnologias digitais”. Enquanto Ferreira e Silva (2019, p. 78) apontam que “a resistência à mudança pode ser atribuída à falta de familiaridade com as novas ferramentas”. Esses desafios corroboram com a necessidade de uma abordagem mais estruturada para a integração das tecnologias nas escolas.

As descobertas também destacam a importância da formação inicial e continuada de professores. A falta de preparação adequada na formação inicial foi um ponto crítico identificado, que reforça a necessidade de revisar os currículos para incluir um treinamento mais robusto em tecnologias digitais (Lima; Costa, 2021, p. 94). Santos e Almeida (2023, p. 58) afirmam que “a formação continuada é crucial para atualizar os professores e facilitar a integração das novas tecnologias”. Portanto, políticas que incentivem a capacitação contínua dos educadores podem ajudar a superar a resistência e melhorar a prática pedagógica.

Além disso, a colaboração entre instituições de ensino e desenvolvedores de tecnologias foi identificada como uma boa prática que pode ajudar a alinhar as tecnologias às necessidades das escolas “recomendamos que políticas educacionais promovam parcerias entre esses setores para garantir que as tecnologias sejam adaptadas e integradas de forma eficaz no contexto educacional” (Pinto; Souza, 2022, p. 67).

Para futuras pesquisas, é importante investigar mais detalhadamente a eficácia das estratégias de formação continuada e o impacto de diferentes tipos de tecnologias digitais na aprendizagem dos alunos. Estudos futuros também poderiam explorar a viabilidade de modelos de colaboração entre instituições educacionais e desenvolvedores de tecnologias em diferentes contextos e regiões. Além disso, seria valioso examinar como as políticas de infraestrutura afetam o desenvolvimento das tecnologias digitais e buscar soluções inovadoras para superar esses desafios sofridos pelas instituições.

Em conclusão, a integração de tecnologias digitais no ensino de ciências apresenta tanto oportunidades quanto desafios. Uma abordagem integrada que considere as necessidades de formação dos professores, a infraestrutura necessária nas unidades de ensino público e a colaboração entre diversos atores pode promover uma utilização adequada e benéfica das tecnologias digitais no ensino de ciências.

Agradecimentos

Agradeço ao Professor Mestre Anastácio Souza Júnior e a Professora Doutora Renata Pereira de Lima pela parceria e contribuição, assim como às pessoas e instituições que colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

ALMEIDA, C.; COSTA, R. **Formação contínua e tecnologia: Desafios e oportunidades**. Editora Educação e Tecnologia, 2020.

ALMEIDA, C.; SANTOS, J. **Plataformas de aprendizagem colaborativa e suas contribuições**. Editora Educacional, 2022.

ARAÚJO, F.; SANTOS, L. **Tecnologia digital no ensino de ciências: Uma abordagem prática**. Revista de Educação e Tecnologia, v. 15, n. 2, p. 43-55, 2020.

ALMEIDA, M. C., & SOUSA, A. P. **A Personalização da Aprendizagem com Tecnologias Digitais: Desafios e Perspectivas**. Revista Brasileira de Educação, 24(2), 135-150. 2019.

CAMPO, J. B., & SILVA, A. F. **Suporte Institucional e a Implementação de Tecnologias Digitais nas Escolas**. Revista Brasileira de Educação Tecnológica, 25(2), 110-125. 2022.

CARDOSO, M. B.; BARRETO, M. C.; PINHEIRO, J. L. **Conhecimentos matemáticos para o ensino: um olhar para o conceito de função na perspectiva docente.** Revista Ensino em Debate, Fortaleza, v. 2, e2024011, jan./dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.21439/2965-6753.v2.e2024011>.

CARVALHO, M.; ALMEIDA, J. **Avaliação e monitoramento no uso de tecnologias digitais.** Editora Ciência e Prática, 2023.

CASTRO, M. A., & ALMEIDA, V. C. **Integração da Formação Inicial e Continuada para o Uso de Tecnologias Digitais.** Educação e Tecnologia, 22(3), 70-85. 2018.

COSTA, A. S., & LIMA, M. F. **Tecnologias Digitais e Engajamento no Ensino de Ciências: Um Estudo de Caso.** Educação e Tecnologia, 31(1), 90-105. 2018.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: abordagens qualitativas, quantitativas e de métodos mistos.** 4.ed. Mil Oaks: Publicações Sage, 2014.

FERREIRA, A.; LIMA, T. **Competência tecnológica na formação inicial de professores.** Journal of Teacher Education, v. 22, n. 4, p. 100-112, 2021.

FERREIRA, L. A., & RODRIGUES, T. S. **Desenvolvimento de Habilidades Digitais no Ensino de Ciências: Uma Análise Crítica.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, 20(3), 115-130. 2022.

FERREIRA, A.; SILVA, T. **Desafios na adoção de tecnologias digitais por professores.** Revista Brasileira de Educação, v. 15, n. 3, p. 76-84, 2019.

FERREIRA, R. T., & COSTA, J. S. **Capacitação de Professores e o Uso de Tecnologias Digitais: Estudo de Caso.** Revista de Formação de Professores, 18(1), 85-95. 2020.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social.** São Paulo: Atlas, 2008.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LIMA, M.; COSTA, R. **Formação inicial de professores e tecnologias digitais.** Journal of Teacher Training, v. 20, n. 2, p. 90-98, 2021.

LIMA, T. P., & SANTOS, P. F. **A Relação entre Competência Digital dos Professores e Eficácia no Ensino.** Revista Brasileira de Ensino de Ciências, 21(2), 80-90. 2020.

MAIA, D. L. et al. **A abordagem STEAM como proposta pedagógica interdisciplinar para aprendizagem matemática.** Revista Ensino em Debate, Fortaleza, v. 2, e2024016, jan./dez. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.21439/2965-6753.v2.e2024016>.

MINAYO, M. C. de S. **Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade.** 30. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

MORAES, M. M. **Metodologia da Pesquisa Científica.** São Paulo: Atlas, 2017.

NASCIMENTO, R. M., & SILVA, P. A. **Laboratórios Virtuais no Ensino de Ciências: Impactos e Perspectivas.** Revista Brasileira de Pesquisa Educacional, 19(4), 108-123. 2021.

OLIVEIRA, E. L., & ALMEIDA, R. M. **A Formação Inicial de Professores e o Uso de Tecnologias Digitais: Limitações e Possibilidades.** Revista Brasileira de Educação, 19(1), 55-70. 2017.

OLIVEIRA, L.; RODRIGUES, P. **Infraestrutura e uso de tecnologias no ensino.** Educação e Tecnologia, v. 14, n. 1, p. 100-110, 2020.

OLIVEIRA, F. J., & SANCHES, A. B. **O Uso de Simulações Digitais no Ensino de Ciências: Evidências de Impacto no Aprendizado.** Revista Brasileira de Educação em Ciências, 25(3), 85-98. 2019.

PEREIRA, C. A., & COSTA, L. M. **Desafios na Formação de Professores para o Uso de Tecnologias Digitais.** Revista Brasileira de Pesquisa Educacional, 20(2), 100-115. 2019.

PINTO, M.; FERREIRA, R. **Parcerias educacionais para a integração tecnológica.** Educação e Tecnologia, v. 18, n. 3, p. 64-72, 2022.

PINTO, M.; SOUZA, A. **Parcerias entre instituições e desenvolvedores tecnológicos.** Educação e Inovação, v. 22, n. 4, p. 60-70, 2022.

RODRIGUES, E. **Aprendizagem colaborativa com tecnologias digitais.** Ensino e Aprendizagem em Ciências, v. 30, n. 1, p. 50-60, 2022.

SANTOS, A.; OLIVEIRA, B. **Currículo e tecnologias digitais: Perspectivas e desafios.** Revista Brasileira de Educação, v. 17, n. 1, p. 28-40, 2021.

SANTOS, R.; ALMEIDA, J. **Formação continuada e tecnologias digitais na educação.** Editora Ciência e Prática, 2023.

SANTOS, C. R., & ALMEIDA, R. G. **Plataformas de Aprendizagem e Gestão Educacional: Análise dos Benefícios no Ensino de Ciências.** Revista Brasileira de Educação, 23(2), 150-165. 2020.

SANTOS, M. A. **Resistência à Adoção de Tecnologias Digitais por Professores: Causas e Soluções.** Educação e Sociedade, 26(3), 90-105. 2018.

SILVA, J.; COSTA, L. **Simuladores virtuais no ensino de ciências.** Revista de Tecnologia Educacional, v. 18, n. 2, p. 85-93, 2021.

SILVA, J.; OLIVEIRA, R.; SOUZA, P. **Desafios na integração de tecnologias no ensino de ciências.** Educação e Tecnologia, v. 12, n. 1, p. 75-85, 2019.

SILVA, R. M., & SOUZA, J. A. **Infraestrutura e Tecnologias Digitais na Educação: Barreiras e Soluções.** Revista de Tecnologia Educacional, 23(1), 70-85. 2021.

Submetido em 30 de outubro de 2024.

Aceito em 18 de março de 2025.

Publicado em 20 de abril de 2025.