



O Papel da Tecnologia no Ensino da Química

The Role of Technology in Chemistry Education

Marinilza da Silva Feitosa

Resumo: O ensino de Química enfrenta desafios significativos relacionados à complexidade conceitual, à abstração de fenômenos e à necessidade de contextualização dos conteúdos para os estudantes. A inserção de tecnologias digitais no processo educativo surge como estratégia inovadora para favorecer a aprendizagem, proporcionando maior interatividade, engajamento e experimentação segura. Este estudo utilizou uma revisão integrativa da literatura, selecionando artigos, livros e trabalhos acadêmicos que abordam o uso de laboratórios virtuais, simulações interativas e softwares educativos no ensino de Química. O objetivo foi analisar criticamente as contribuições pedagógicas, limitações e implicações desses recursos para a prática docente. Os achados evidenciam que essas ferramentas possibilitam novas formas de representação conceitual, promovem a participação ativa dos estudantes e favorecem a construção de conhecimentos significativos, especialmente quando integradas a estratégias pedagógicas planejadas e contextualizadas. Conclui-se que o uso de tecnologias digitais, quando aliado a planejamento pedagógico reflexivo, promove aprendizagem efetiva, engajamento e desenvolvimento crítico dos estudantes, apontando para a necessidade de estratégias contínuas de capacitação docente e integração curricular.

Palavras-chave: ensino de química; tecnologias digitais; laboratórios virtuais; simulações interativas; recursos educacionais.

Abstract: The teaching of Chemistry faces significant challenges related to conceptual complexity, abstraction of phenomena and the need for contextualization of content for students. The insertion of digital technologies in the educational process emerges as an innovative strategy to favor learning, providing greater interactivity, engagement and safe experimentation. This study used an integrative literature review, selecting articles, books and academic papers that address the use of virtual laboratories, interactive simulations and educational software in the teaching of Chemistry. The objective was to critically analyze the pedagogical contributions, limitations and implications of these resources for teaching practice. The findings show that these tools enable new forms of conceptual representation, promote the active participation of students and favor the construction of meaningful knowledge, especially when integrated into planned and contextualized pedagogical strategies. It is concluded that the use of digital technologies, when combined with reflective pedagogical planning, promotes effective learning, engagement and critical development of students, pointing to the need for continuous strategies for teacher training and curricular integration.

Keywords: chemistry teaching; Digital technologies; Virtual laboratories; Interactive simulations; Educational resources.

INTRODUÇÃO

O ensino de Química apresenta-se historicamente como um dos maiores desafios para professores e estudantes da Educação Básica e Superior. Trata-se de uma ciência marcada pela complexidade conceitual, pela necessidade de articular diferentes níveis de representação — o macroscópico, o microscópico e o simbólico

— e pela constante demanda de relacionar tais conceitos com situações do cotidiano (Johnstone, 1993; Gilbert; Treagust, 2009). A dificuldade de muitos alunos em compreender fenômenos abstratos, como ligações químicas, transformações de estados ou processos de equilíbrio, frequentemente resulta em um distanciamento da disciplina e em índices significativos de baixo rendimento escolar (Silva, 2024). Nesse cenário, torna-se urgente buscar metodologias e recursos capazes de aproximar o conteúdo da realidade dos estudantes, favorecendo a construção de significados mais sólidos.

Entre as estratégias contemporâneas de enfrentamento desses obstáculos, o uso de tecnologias digitais tem ganhado espaço como alternativa pedagógica capaz de potencializar o processo de ensino-aprendizagem. Softwares de simulação, animações, laboratórios virtuais e ambientes interativos permitem aos estudantes visualizar representações que extrapolam as limitações da experiência sensorial imediata, estimulando a compreensão de conceitos abstratos e favorecendo a aprendizagem significativa (Terra, 2017). Além disso, tais ferramentas podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades investigativas e para o engajamento discente, uma vez que promovem maior interatividade e autonomia no estudo (Souza, 2021).

A justificativa para a adoção dessas ferramentas encontra respaldo tanto na literatura internacional quanto em pesquisas nacionais. Estudos apontam que o uso de simulações computacionais, quando bem planejado e mediado pelo professor, é capaz de reduzir concepções alternativas e ampliar a compreensão conceitual em temas tradicionalmente considerados de difícil assimilação (Santos, 2024). No Brasil, autores como Moran (2015), e Dantas (2021) destacam que a inserção das tecnologias da informação e comunicação no contexto educacional não deve ser vista apenas como recurso complementar, mas como uma oportunidade de ressignificar práticas pedagógicas, ampliando a participação ativa do estudante na construção do conhecimento.

Assim, emerge o problema de pesquisa que orienta este estudo: de que maneira as tecnologias educacionais podem contribuir para a aprendizagem em Química? Busca-se compreender em quais aspectos essas ferramentas demonstram maior impacto, quais são suas limitações e de que modo podem ser integradas de forma coerente às práticas de ensino já existentes.

Diante do exposto, o objetivo geral desta revisão bibliográfica é analisar, a partir de estudos recentes, a contribuição das tecnologias digitais no ensino de Química. Especificamente, pretende-se: (i) identificar os recursos tecnológicos mais investigados na literatura; (ii) discutir evidências sobre sua eficácia em diferentes conteúdos químicos; e (iii) refletir sobre os limites e possibilidades de sua adoção no contexto brasileiro.

Para alcançar esse propósito, este estudo organiza-se da seguinte forma: após esta introdução, apresenta-se a metodologia adotada para a revisão bibliográfica, explicitando critérios de seleção e análise das fontes. Em seguida, discute-se o referencial teórico com base nos principais trabalhos que tratam do uso de tecnologias no ensino de Química, destacando resultados e tendências.

Posteriormente, a discussão confronta as evidências com referenciais pedagógicos, apontando implicações para a prática docente e lacunas na literatura. Por fim, a conclusão sintetiza as contribuições da tecnologia para o ensino de Química e sugere caminhos para futuras pesquisas.

METODOLOGIA

A presente pesquisa adotou uma abordagem descritiva, fundamentada em revisão bibliográfica e análise documental de estudos científicos, conforme recomendado por Gil (2017), que destaca a importância da compreensão crítica e interpretativa de documentos e fontes teóricas para a produção do conhecimento. O estudo concentrou-se na análise de pesquisas recentes e clássicas relacionadas à aplicação de tecnologias digitais no ensino de Química, com o objetivo de compreender como diferentes recursos tecnológicos contribuem para a aprendizagem conceitual, prática e investigativa na disciplina.

Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica abrangente, com seleção criteriosa de autores renomados e obras consolidadas na área de educação em Química e tecnologia educacional. Entre os textos utilizados destacam-se (Johnstone, 1993; Gilbert; Treagust, 2009), que aborda princípios de aprendizagem multimídia; e Moran (2015) que discute a integração de tecnologias digitais no contexto educacional brasileiro.

As fontes consultadas incluíram bases de dados científicas de grande relevância, como CAPES, SciElo, Scopus, Web of Science e ERIC. Foram adotados critérios de inclusão que priorizaram obras clássicas e contemporâneas, em português e inglês, que relacionam tecnologias digitais e ensino de Química, abordando temas como simulações, laboratórios virtuais, animações e ambientes de aprendizagem interativos. Critérios de exclusão compreenderam estudos que não tratassem especificamente de Química ou que se restringissem a aspectos puramente técnicos ou de engenharia de software, sem foco pedagógico.

O procedimento metodológico envolveu a escolha de palavras-chave cuidadosamente selecionadas, como “Tecnologias Digitais”, “Ensino de Química”, “Laboratório Virtual”, “Simulação Computacional” e “Multirrepresentações”, combinadas com operadores booleanos para refinar a busca. Após a coleta inicial de artigos, foram aplicados filtros quanto à relevância, ano de publicação e rigor metodológico, resultando na seleção final de estudos considerados mais significativos para análise.

A análise dos materiais selecionados foi realizada de forma descritiva, buscando identificar padrões de uso das tecnologias, impactos sobre a aprendizagem conceitual e procedimental, desafios enfrentados na implementação em diferentes contextos educacionais, e contribuições pedagógicas apontadas pelos autores. Esse procedimento permitiu triangular os dados provenientes da literatura nacional e internacional, evidenciando tendências e lacunas no ensino de Química mediado por tecnologias digitais.

Dessa forma, a metodologia adotada viabilizou uma abordagem integrada e aprofundada, que correlaciona a teoria com evidências empíricas e práticas pedagógicas, possibilitando a elaboração de reflexões críticas sobre o papel da tecnologia na promoção de aprendizagens significativas na disciplina.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resultados

A revisão da literatura sobre o uso de tecnologias digitais no ensino de Química evidencia múltiplos achados que destacam tanto os benefícios quanto os desafios da integração tecnológica no processo ensino-aprendizagem. Observa-se que recursos digitais favorecem a mediação pedagógica e a construção de aprendizagens significativas, desde que sua implementação ocorra de maneira planejada e com suporte à formação docente (Silva, 2015, p. 45; Leite, 2021, p. 248).

Dantas (2021, p. 32) enfatiza que a perspectiva CTS possibilita articular conceitos químicos a contextos sociais e culturais, tornando o aprendizado mais significativo e crítico. Essa abordagem aproxima-se das contribuições de Zanotto, Silveira e Sauer (2016, p. 733), que destacam a integração de saberes populares e escolares como estratégia para consolidar o conhecimento e promover reflexão sobre fenômenos químicos em situações do cotidiano.

No que se refere ao papel das tecnologias digitais, observa-se que a utilização de TICs em Ciências promove maior interação do estudante com o conteúdo, estimula a aprendizagem ativa e amplia as formas de representação do conhecimento (Silva, 2015, p. 50; Leite, 2021, p. 257). A articulação com CTS fortalece o vínculo entre ciência e contexto social, tornando o ensino de Química mais concreto e engajador (Dantas, 2021, p. 35).

“Os desafios conceituais permanecem presentes, especialmente devido à necessidade de trabalhar simultaneamente com representações macroscópicas, submicroscópicas e simbólicas” (Costa; Marinho; Sampaio, 2016, p. 191; Zanotto *et al.*, 2016, p. 735).

Professores relatam dificuldades em tornar conceitos abstratos acessíveis e contextualizados, demandando estratégias pedagógicas inovadoras, como a abordagem de situação-problema, que contribui para percepção social dos conteúdos (Nunes; Lindemann; Galianzi, 2015, p. 5).

O uso de softwares educativos e simulações computacionais é destacado como recurso eficaz para a aprendizagem de conceitos abstratos, permitindo exploração segura de reações químicas e estruturas moleculares (Locatelli, 2018, p. 15; Silva, 2024, p. 22). Souza *et al.* (2021, p. 720) apontam que tais plataformas favorecem experimentação investigativa e complementam o ensino laboratorial, enquanto Santos (2024, p. 12) evidencia o aumento da motivação e da participação dos estudantes nas atividades práticas e teóricas.

Laboratórios virtuais também se apresentam como ferramentas relevantes, permitindo experiências que seriam inviáveis devido a restrições de tempo, segurança ou custo (Santos, 2018, p. 130; Izidoro, 2016, p. 7). Estudos mostram que a integração de experimentação cultural e científica contribui para aprendizagens contextualizadas, estimulando o pensamento crítico e investigativo (Terra; Leite, 2017, p. 6). Além disso, ambientes interativos fortalecem habilidades investigativas e oferecem a possibilidade de repetir experimentos diversas vezes, consolidando a compreensão prática de conceitos.

A incorporação de ferramentas como vídeos, aplicativos de realidade aumentada, softwares de modelagem molecular e plataformas multimídia amplia as estratégias pedagógicas disponíveis, conectando conceitos teóricos a situações concretas e estimulando raciocínio investigativo (Moraes, 2017, p. 28; Lima; Araújo, 2021, p. 215; Souza *et al.*, 2021, p. 730).

Nesse contexto, Silva (2015, p. 52) reforça que essa diversidade contribui para tornar a aprendizagem mais dinâmica e participativa, atendendo diferentes estilos de aprendizagem.

A eficácia das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem depende de fatores como mediação docente, integração curricular e estratégias de avaliação (De Camargos Júnior, 2019, p. 9700; Schuartz; Sarmiento, 2020, p. 432). Quando adequadamente implementadas, promovem autonomia estudantil e favorecem a aplicação do conhecimento em contextos diversos (Souza *et al.*, 2021, p. 735). Todavia, limitações como formação docente insuficiente e desigualdade no acesso às tecnologias permanecem desafios relevantes.

A análise da literatura recente revela uma variedade de abordagens e recursos tecnológicos aplicados ao ensino de Química, evidenciando tanto oportunidades quanto desafios. Para sintetizar os principais achados, organizamos em uma tabela os autores, o tipo de tecnologia estudada, a categoria (clássico ou contemporâneo) e as contribuições identificadas em suas pesquisas. Essa apresentação permite visualizar de forma clara como diferentes recursos digitais, softwares educativos, laboratórios virtuais e enfoques CTS têm impactado a aprendizagem química e a prática pedagógica.

A tabela (1), a seguir apresenta uma síntese dos principais achados da revisão bibliográfica, destacando as contribuições das tecnologias digitais para o ensino de Química, as estratégias pedagógicas observadas e os impactos no processo ensino-aprendizagem identificados nos estudos analisados.

Tabela 1 – Principais achados da literatura sobre o uso de tecnologias digitais no ensino de Química.

Autor(es)	Ano	Tipo de Tecnologia / Recurso	Principais Resultados / Contribuições
Gilbert & Treagust	2009	Multirrepresentações (macro, submicroscópico, simbólico)	Destacam a importância de múltiplas representações para compreensão de conceitos abstratos na Química.
Johnstone	1993	Ensino tradicional e representações químicas	Aponta desafios conceituais e necessidade de estratégias visuais para reduzir a abstração.
Moran	2015	TICs na educação	Enfatiza a mediação pedagógica e o papel da tecnologia para tornar o ensino mais interativo.
Dantas	2021	Enfoque CTS	Mostra que integrar Ciência, Tecnologia e Sociedade promove aprendizagem contextualizada e significativa.
Locatelli	2018	Simulações e softwares educativos	Evidencia ganhos em motivação e compreensão de conceitos abstratos com uso de recursos digitais.
Silva, J. C. M.	2024	Plataformas digitais e laboratórios virtuais	Relata contribuições e desafios apontados pelos professores na implementação tecnológica.
Santos, M. P. B.	2024	TICs no ensino de Química	Analisa desafios e possibilidades para professores; destaca necessidade de formação docente.
Zanotto, Silveira & Sauer	2016	Enfoque CTS e saberes populares	Demonstra que relacionar conceitos químicos a saberes culturais facilita a compreensão social do conteúdo.
Silva, M.	2015	TICs gerais	Aponta potencialidades das TICs no processo de ensino-aprendizagem e desenvolvimento de habilidades digitais.
Santos, A.	2018	Estudo de caso TICs	Evidencia melhorias na aprendizagem quando recursos digitais são aplicados de forma contextualizada.
Moraes	2017	Formação docente com TICs	Destaca a importância da capacitação docente para a integração eficaz de tecnologias.
Costa, Marinho & Sampaio	2016	Recursos didáticos e Teoria da Atividade	Analisa o impacto de diferentes recursos didáticos na aprendizagem conceitual.
De Camargos Júnior	2019	TDICs na educação básica	Demonstra que o uso sistemático de TDICs depende da mediação pedagógica e planejamento curricular.

Autor(es)	Ano	Tipo de Tecnologia / Recurso	Principais Resultados / Contribuições
Izidoro	2016	TDICs no Ensino de Química	Aponta potencialidades e desafios das tecnologias digitais na aprendizagem química.
Nunes, Lindemann & Galiazzi	2015	Situação-problema e CTS	Evidenciam que ensino baseado em situações-problema favorece percepção social e contextualização dos conceitos.
Leite	2021	Tecnologias digitais	Analisa pesquisas sobre tecnologias digitais, evidenciando tendências e boas práticas.
Lima & Araújo	2021	TICs como recurso didático-pedagógico	Demonstra como integrar TICs ao processo de ensino-aprendizagem contribui para aprendizagem ativa.
Schuartz & Sarmiento	2020	TDICs e processo de ensino	Mostra que o uso planejado de TDICs potencializa compreensão e engajamento dos estudantes.
Souza, Silva, Araújo Neto & Rezende	2021	Revisão de ferramentas digitais	Apresenta categorias de tecnologias disponíveis e suas aplicações no ensino de Química.
Terra & Leite	2017	Educação química CTS/CTSA	Mostra que articular saberes escolares, científicos e populares promove aprendizagem significativa.
Prsybyciem, Silveira & Sauer	2018	Experimentação investigativa CTS	Demonstra que experimentação investigativa contextualizada aumenta compreensão conceitual e senso crítico.

Fonte: Elaborado pelo autor (2025) - Com base na literatura especializada.

A partir da tabela (1), é possível observar que autores clássicos, como Gilbert e Treagust (2009) e Johnstone (1993), enfatizam a importância das múltiplas representações e da redução da abstração para facilitar a compreensão conceitual. Já os estudos mais recentes destacam o papel das tecnologias digitais na mediação pedagógica, na integração CTS e na promoção de experiências interativas e investigativas.

Além disso, percebe-se que a efetividade desses recursos depende fortemente da formação docente, do planejamento pedagógico e da contextualização dos conteúdos, reforçando a ideia de que a tecnologia sozinha não garante aprendizagem, mas potencializa significativamente os processos quando bem utilizada.

DISCUSSÕES

A análise crítica da literatura sobre o uso de tecnologias digitais no ensino de Química permite identificar tendências, oportunidades e desafios no processo ensino-aprendizagem, destacando a necessidade de articulação entre inovação tecnológica, mediação docente e contextualização pedagógica. A seguir, os achados são organizados em subtópicos para melhor sistematização da discussão.

Tecnologia e Educação em Ciências

O papel das tecnologias digitais no ensino de Ciências é amplamente reconhecido por diversos autores. Silva (2015, p. 50) enfatiza que a integração das TICs favorece a mediação do conhecimento, promovendo maior interação do estudante com o conteúdo e incentivando a aprendizagem ativa. Leite (2021, p. 257) reforça que o uso de plataformas digitais, laboratórios virtuais e softwares educativos amplia as possibilidades de representação conceitual, estimulando o raciocínio crítico e investigativo.

Dantas (2021, p. 35) destaca a importância do enfoque CTS para tornar a aprendizagem significativa, articulando conceitos químicos com contextos sociais e culturais. Neste sentido, Zanotto, Silveira e Sauer (2016, p. 733) demonstram que:

A integração de saberes populares e escolares contribui para a consolidação do conhecimento e a compreensão crítica de fenômenos químicos na vida cotidiana. A literatura evidencia que o uso de tecnologias digitais, quando associado a práticas CTS, fortalece a aprendizagem significativa, permitindo aos estudantes relacionar teoria e prática de forma contextualizada.

No entanto, observa-se que a simples disponibilização de ferramentas tecnológicas não garante a aprendizagem. A eficácia depende da mediação docente, do planejamento curricular e da estratégia de avaliação (De Camargos Júnior, 2019, p. 9700; Schuartz; Sarmiento, 2020, p. 432), evidenciando a necessidade de formação docente contínua para a utilização crítica e reflexiva desses recursos (Moraes, 2017, p. 28).

Desafios Conceituais e Abordagens Inovadoras

O ensino de Química apresenta desafios conceituais significativos, especialmente no que se refere à abstração e à representação múltipla de fenômenos químicos, envolvendo os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico (Costa; Marinho; Sampaio, 2016, p. 191; Zanotto *et al.*, 2016, p. 735). Tais desafios exigem estratégias didáticas inovadoras, que possibilitem a visualização e compreensão dos conteúdos de maneira contextualizada (Dantas, 2021, p. 38).

A literatura indica que abordagens de situação-problema, aliadas a tecnologias digitais, favorecem a percepção social dos conceitos químicos e promovem a aprendizagem investigativa (Nunes; Lindemann; Galianzi, 2015, p. 5). Terra e Leite (2017, p. 6) destacam que a articulação de saberes culturais com experimentação

científica potencializa a construção de conhecimento contextualizado. Tais estratégias permitem que o estudante não apenas memorize conceitos, mas desenvolva capacidade crítica, analítica e reflexiva sobre o papel da ciência na sociedade.

Simulações Computacionais, Softwares Educativos e Laboratórios Virtuais

Softwares educativos, simulações interativas e laboratórios virtuais apresentam resultados positivos na aprendizagem de conceitos abstratos, permitindo explorar reações químicas e estruturas moleculares de maneira segura e controlada (Locatelli, 2018, p. 15; Silva, 2024, p. 22; Souza *et al.*, 2021, p. 720). Santos (2024, p. 12) evidencia que essas ferramentas aumentam a motivação e a participação ativa dos estudantes, enquanto Izidoro (2016, p. 7) ressalta que ambientes interativos permitem repetição de experimentos sem limitação de tempo ou materiais, reforçando a compreensão prática.

Prsybyciem, Silveira e Sauer (2018, p. 610) argumentam que tais ferramentas estimulam habilidades investigativas e promovem autonomia estudantil. Santos (2018, p. 130) acrescenta que laboratórios virtuais possibilitam experimentação em contextos que seriam inviáveis em laboratórios físicos, seja por questões de segurança, custo ou tempo. Portanto, a literatura mostra que a combinação de simulações e laboratórios virtuais, quando mediada pedagogicamente, oferece experiências enriquecedoras e consolida a aprendizagem investigativa.

Tecnologias Digitais e Recursos Didáticos Inovadores

A incorporação de recursos didáticos inovadores, como vídeos, realidade aumentada, modelagem molecular e plataformas multimídia, contribui para ampliar possibilidades pedagógicas e promover aprendizagem significativa (Moraes, 2017, p. 28; Lima; Araújo, 2021, p. 215; Souza *et al.*, 2021, p. 730). A diversidade de ferramentas digitais atende diferentes estilos de aprendizagem, tornando o processo mais dinâmico e inclusivo.

De Camargos Júnior (2019, p. 9702) reforça que a tecnologia, aliada a práticas pedagógicas reflexivas, aumenta a capacidade do estudante de aplicar o conhecimento em contextos variados. Leite (2021, p. 257) corrobora ao indicar que a integração de múltiplos recursos tecnológicos possibilita representações variadas de fenômenos químicos, favorecendo compreensão conceitual e pensamento crítico.

Formação Docente e Mediação Pedagógica

A literatura enfatiza que a efetividade do uso de tecnologias digitais está intrinsecamente ligada à formação docente (Moraes, 2017, p. 33; De Camargos Júnior, 2019, p. 9700). Estudos revelam que professores bem preparados conseguem integrar tecnologias ao planejamento pedagógico de maneira crítica,

promovendo aprendizagens mais significativas e contextualizadas (Santos, 2024, p. 15; Prsybyciem; Silveira; Sauer, 2018, p. 620).

Dantas (2021, p. 40) alerta que, sem mediação adequada, a tecnologia pode ser utilizada de forma superficial, sem impactar efetivamente a aprendizagem. O sucesso da integração tecnológica depende da articulação entre inovação, CTS e estratégias pedagógicas centradas no estudante, reforçando a importância de capacitação docente contínua, planejamento curricular e avaliação reflexiva.

Impactos e Limitações das Tecnologias Digitais

Os estudos revisados indicam impactos positivos no engajamento, motivação e autonomia do estudante, além de favorecerem a aprendizagem investigativa e contextualizada (Souza *et al.*, 2021, p. 735; De Camargos Júnior, 2019, p. 9700). Entretanto, desafios permanecem, como desigualdade no acesso às tecnologias, resistência docente e insuficiência de formação pedagógica.

Zanotto *et al.* (2016, p. 738) enfatizam que a integração reflexiva e contextualizada das tecnologias com práticas pedagógicas é crucial para maximizar efeitos sobre a aprendizagem e desenvolvimento crítico dos estudantes. Dantas (2021, p. 42) reforça que tecnologias devem ser vistas como ferramentas de mediação, e não como soluções isoladas, demandando reflexão pedagógica contínua e adaptação às necessidades do contexto educativo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo analisar o papel das tecnologias digitais no ensino de Química, considerando suas contribuições pedagógicas, desafios e implicações para a prática docente. A análise evidencia que a integração de recursos tecnológicos favorece aprendizagens mais significativas, estimula a participação ativa dos estudantes e promove a construção de conhecimento conceitual de forma dinâmica e interativa.

Ferramentas como laboratórios virtuais, simulações computacionais e softwares educativos possibilitam explorar conceitos abstratos de maneira segura e prática, tornando a aprendizagem mais concreta e contextualizada. Além disso, a conexão dos conteúdos com situações sociais e culturais contribui para o desenvolvimento de uma visão crítica e reflexiva sobre os fenômenos químicos, aproximando os estudantes da realidade cotidiana e do contexto científico.

Apesar dos benefícios observados, desafios importantes permanecem. O acesso desigual à tecnologia, a necessidade de formação docente contínua e a integração cuidadosa das ferramentas digitais às práticas pedagógicas são fatores essenciais para garantir que a tecnologia seja utilizada de forma efetiva, e não apenas como um recurso superficial. O planejamento didático, aliado a estratégias pedagógicas bem estruturadas, é fundamental para potencializar o impacto das tecnologias no processo ensino-aprendizagem.

As implicações pedagógicas deste estudo sugerem que docentes devem explorar diferentes recursos tecnológicos de forma planejada, promovendo atividades investigativas e contextualizadas que estimulem o pensamento crítico e a resolução de problemas. Além disso, instituições de ensino devem investir em infraestrutura adequada e capacitação docente, garantindo que o uso da tecnologia seja inclusivo e eficaz.

Em síntese, a literatura evidencia que tecnologias digitais possuem grande potencial pedagógico, favorecendo aprendizagem significativa, engajamento e experimentação segura. No entanto, para que esse potencial se concretize, é necessário planejamento estratégico, formação docente contínua e contextualização pedagógica.

As perspectivas futuras indicam a necessidade de pesquisas que explorem práticas inovadoras, integração de múltiplos recursos tecnológicos, metodologias CTS e avaliação do impacto real sobre a aprendizagem dos estudantes. Além disso, é fundamental promover políticas de equidade digital e programas de formação docente continuada, assegurando que a tecnologia potencialize o ensino de Química de maneira crítica, contextualizada e reflexiva.

REFERÊNCIAS

COSTA, N.; MARINHO, S.; SAMPAIO, M. **Recursos didáticos no ensino de Química: uma análise à luz da Teoria da Atividade**. Ciência & Educação (Bauru), v. 22, n. 1, p. 189-203, 2016.

DANTAS, Damião da Silva. **Importância do enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) para o ensino de Química: uma revisão bibliográfica**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal da Paraíba, Campus Sousa, PB, 2021.

DE CAMARGOS JÚNIOR, A. P. **Formação docente e uso de TDICs na educação básica**. Brazilian Journal of Development, v. 5, n. 7, p. 9697-9704, 2019.

GILBERT, J. K.; TREAGUST, D. F. **Multiple Representations in Chemical Education**. Dordrecht: Springer, 2009.

IZIDORO, D. D. S. **As TDIC na educação: potencialidades no Ensino de Química**. 2016.

JOHNSTONE, A. H. **The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand**. Journal of Chemical Education, v. 70, n. 9, p. 701–705, 1993.

LEITE, B. S. **Pesquisas sobre as tecnologias digitais no ensino de química**. Debates em Educação, v. 13, p. 244-269, 2021.

LIMA, M. F.; ARAÚJO, J. F. S. **A utilização das tecnologias de informação e comunicação como recurso didático-pedagógico no processo de ensino e aprendizagem.** Revista Educação Pública, v. 21, nº 23, 2021.

LOCATELLI, Tamiris. **A Utilização de Tecnologias no Ensino da Química.** Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 08, Vol. 04, pp. 5-33, 2018.

MORAES, R. **Desafios para a formação docente no contexto das TICs: reflexões sobre a prática pedagógica na contemporaneidade.** Educação & Tecnologia, v. 4, n. 1, p. 25-34, 2017.

MORAN, J. M. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica.** 21. ed. Campinas: Papirus, 2015.

NUNES, B. R.; LINDEMANN, R. H.; GALIAZZI, M. C. **Abordagem de Situação-Problema na sala de aula de Química: o ensino CTS contribuindo para a percepção social.** In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC, Águas de Lindóia, SP, nov. 2015.

PRSYBYCIEM, M. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E. **Experimentação investigativa no ensino de química em um enfoque CTS a partir de um tema sociocientífico no ensino médio.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 17, n. 3, p. 602-625, 2018.

SANTOS, A. **O uso das tecnologias de informação e comunicação no ensino de Química: um estudo de caso.** Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 8, n. 1, p. 123-138, 2018.

SANTOS, Maria Paulla Brito. **O uso das tecnologias de informação e comunicação no ensino da Química: desafios e possibilidades para professores.** 2024. Universidade Federal do Maranhão, Campus São Bernardo, São Bernardo, 2024.

SILVA, José César Martins da. **O uso de tecnologia no ensino de Química: contribuições e desafios apontados pelos professores.** 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal de Pernambuco, Campus Agreste, Núcleo de Formação Docente, Caruaru, 2024.

SCHUARTZ, A. S.; SARMENTO, H. B. M. **Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e processo de ensino.** Revista katálysis, v. 23, p. 429-438. 2020.

SOUZA, L. D. D.; SILVA, B. V.; ARAUJO NETO, W. N.; Rezende, M. J. **Tecnologias Digitais no Ensino de Química: Uma Breve Revisão das Categorias e Ferramentas Disponíveis.** Revista Virtual de Química, [S. l.], Ed. 13, V, 3: P, 713-746. 2021

TERRA, V. R.; LEITE, S. Q. M. **Estudos culturais sobre a produção de vinagre para articular saberes escolares, científicos e populares: uma educação**

química com enfoque CTS/CTSA. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Anais. Florianópolis, SC, 2017. p. 1-10.

ZANOTTO, Ricardo Luiz; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggatto; SAUER, Elenise. **Ensino de conceitos químicos em um enfoque CTS a partir de saberes populares.** Revista Ciência e Educação, v. 22, n. 3, p. 727-740, 2016.