

O impacto das TDICs no ensino e aprendizagem de Química: Uma revisão sistemática

The impact of DICTs on Chemistry teaching and learning: A systematic Review

El impacto de las TDIC en la enseñanza y el aprendizaje de la Química: Una revisión sistemática

Recebido: 24/10/2025 | Revisado: 09/11/2025 | Aceitado: 10/11/2025 | Publicado: 11/11/2025

Aline Mendes Mota

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-9926-8665>

Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: alinemota664@gmail.com

Silvany Bastos Santiago

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4396-9634>

Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: silvanybs@gmail.com

Sâmeque do Nascimento Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7609-7182>

Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: sameque.oliveira@ifce.edu.br

Maria do Socorro Cardoso Abreu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6488-6144>

Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: mariadosocorro@ifce.edu.br

Resumo

Este artigo tem por objetivo analisar, através de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), o impacto das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) no ensino e aprendizagem de Química, identificando suas contribuições pedagógicas, tendências metodológicas e possíveis limitações. A pesquisa foi desenvolvida com base em artigos publicados entre 2019 e 2025, selecionados em bases nacionais e internacionais, como a Plataforma CAPES, Scopus, Google Acadêmico e repositórios institucionais, considerando critérios de relevância, qualidade e atualidade. Os resultados evidenciam que o uso de TDICs tem contribuído significativamente para tornar o ensino de Química mais dinâmico, interativo e contextualizado, facilitando a compreensão de conceitos abstratos e promovendo aprendizagens mais significativas. Contudo, a análise também aponta desafios importantes, como a necessidade de formação docente voltada para o uso pedagógico das tecnologias e as desigualdades no acesso aos recursos digitais. Conclui-se que, quando utilizadas de forma planejada e integrada às práticas tradicionais, as TDICs potencializam o protagonismo discente e a construção do conhecimento científico, constituindo-se como ferramentas essenciais para um ensino de Química inovador e alinhado às demandas da sociedade contemporânea.

Palavras-chave: TDIC; Ensino de Química; Tecnologias Educacionais.

Abstract

This article aims to analyze, through a Systematic Literature Review (SLR), the impact of Digital Information and Communication Technologies (DICTs) on the teaching and learning of Chemistry, identifying their pedagogical contributions, methodological trends, and possible limitations. The research was developed based on articles published between 2019 and 2025, selected from national and international databases, such as the CAPES Platform, Scopus, Google Scholar, and institutional repositories, considering criteria of relevance, quality, and timeliness. The results show that the use of DICTs has significantly contributed to making Chemistry teaching more dynamic, interactive, and contextualized, facilitating the understanding of abstract concepts and promoting more meaningful learning. However, the analysis also points to important challenges, such as the need for teacher training focused on the pedagogical use of technologies and inequalities in access to digital resources. In conclusion, when used in a planned and integrated manner with traditional practices, ICTs enhance student protagonism and the construction of scientific knowledge, constituting essential tools for innovative chemistry teaching aligned with the demands of contemporary society.

Keywords: DICT; Chemistry Teaching; Educational Technologies.

Resumen

El objetivo de este artículo es analizar, mediante una revisión sistemática de la literatura (RSL), el impacto de las tecnologías digitales de la información y la comunicación (TDIC) en la enseñanza y el aprendizaje de la química,

identificando sus contribuciones pedagógicas, tendencias metodológicas y posibles limitaciones. La investigación se desarrolló a partir de artículos publicados entre 2019 y 2025, seleccionados en bases de datos nacionales e internacionales, como la Plataforma CAPES, Scopus, Google Académico y repositorios institucionales, teniendo en cuenta criterios de relevancia, calidad y actualidad. Los resultados evidencian que el uso de las TDIC ha contribuido significativamente a que la enseñanza de la química sea más dinámica, interactiva y contextualizada, facilitando la comprensión de conceptos abstractos y promoviendo un aprendizaje más significativo. Sin embargo, el análisis también señala retos importantes, como la necesidad de formación docente orientada al uso pedagógico de las tecnologías y las desigualdades en el acceso a los recursos digitales. Se concluye que, cuando se utilizan de forma planificada e integrada a las prácticas tradicionales, las TDIC potencian el protagonismo de los alumnos y la construcción del conocimiento científico, constituyéndose como herramientas esenciales para una enseñanza de la química innovadora y alineada con las demandas de la sociedad contemporánea.

Palabras clave: TDIC; Enseñanza de la Química; Tecnologías Educativas.

1. Introdução

O ensino de Química enfrenta desafios significativos devido à natureza abstrata e complexa de seus conceitos, que abrangem princípios fundamentais para a compreensão dessa área do conhecimento. Na Química Orgânica, essas dificuldades são ainda mais evidentes, uma vez que a representação bidimensional das moléculas em materiais didáticos nem sempre permite a compreensão adequada de suas estruturas tridimensionais reais.

Já no estudo dos gases, a compreensão da atividade das moléculas também se mostra essencial, pois permite entender fenômenos como a pressão, a temperatura e o volume. No entanto, os discentes frequentemente apresentam dificuldades na visualização desses conceitos, o que pode comprometer a construção de um entendimento mais aprofundado sobre o comportamento dos gases.

Como consequência, muitos alunos apresentam dificuldades em compreender a relação entre átomos e moléculas, aspecto essencial para o entendimento das propriedades e características dos compostos. Essa abstração dificulta a conexão entre o conhecimento teórico e suas aplicações práticas, tornando o processo de aprendizagem desafiador.

Assim, diversos fatores contribuem para essas dificuldades, tais como: a elevada abstração dos conceitos químicos, o uso de linguagem técnica, muitas vezes de difícil contextualização e a falta de articulação entre os conceitos ensinados e os conhecimentos prévios dos estudantes (Delamuta *et al.*, 2020). Além disso, a escassa contextualização da Química com o cotidiano e a subutilização de metodologias inovadoras de ensino provocam desinteresse e comprometem a percepção da relevância dessa área na vida dos discentes.

A conexão entre novas tecnologias e a educação amplia as possibilidades de superação dos desafios históricos enfrentados na disciplina e potencializa o interesse dos estudantes pela Química. As TDICs, ao promoverem agilidade no processo de comunicação, facilitam a disseminação de informações. Quando integradas com intencionalidade pedagógica, tornam-se valiosas para a prática docente (Locatelli *et al.*, 2015).

Medeiros e Lopes (2017) afirmam que a utilização de *softwares* e simuladores no ensino de Química contribui para o planejamento de aulas mais interativas e dinâmicas. Essa estratégia favorece o envolvimento dos estudantes e, por meio de atividades práticas, promove uma melhor assimilação dos conteúdos abordados.

Desse modo, a integração de tecnologias no ensino de Química, através de programas computacionais como *Phet*, *Crocodile Chemistry* e *Avogadro*, configura-se como uma estratégia pedagógica poderosa para transformar a sala de aula em um ambiente dinâmico, interativo e engajador, promovendo aprendizagens mais significativas. A associação entre recursos visuais e atividades químicas está alinhada às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ao integrar conhecimentos de diferentes áreas das ciências e o uso de *softwares* educacionais.

A introdução de tecnologias no ensino de Química tem como objetivo principal otimizar o desempenho discente, permitindo a observação de processos conceituais na prática. Considerando o contexto tecnológico contemporâneo e o perfil dos

discentes, cada vez mais conectados, torna-se imperativo adotar novas estratégias pedagógicas, métodos de ensino, recursos didáticos e ambientes de aprendizagem (Locatelli *et al.*, 2020). Nesse cenário, o presente estudo tem como objetivo analisar, através de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), o impacto das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) no ensino e aprendizagem de Química, identificando suas contribuições pedagógicas, tendências metodológicas e possíveis limitações.

TDICs no Ensino de Química

Para abordar o uso de tecnologias no ensino, é necessário compreender os fundamentos que evidenciam a importância das TDICs na educação. Essas tecnologias permitem agilidade no processo de comunicação e compartilhamento de informações e, quando direcionadas às práticas pedagógicas podem facilitar o processo de ensino e aprendizagem tanto para discentes quanto para docentes (Locatelli *et al.*, 2015).

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) representam ferramentas capazes de estimular a colaboração e a parceria na construção do saber, auxiliando os processos pedagógicos a transcenderem as barreiras entre os ambientes presenciais e virtuais (Schuartz & Sarmento, 2020).

A adoção de estratégias que envolvem as TDICs no ensino da Química tem gerado, entre outros aspectos, reflexões sobre as maneiras de ensinar e aprender nesse contexto, uma vez que a implementação de novas tecnologias em sala de aula pode melhorar a interação entre os alunos, fator relevante para o processo educativo (Leite, 2019). Os alunos, de modo geral, demonstram clara inclinação para comportamentos sociais mediados pelas mídias, seja por meio de redes sociais ou jogos. Grande parte do seu tempo é dedicada a essas tecnologias e, por isso, a utilização desses recursos torna o ensino e a aprendizagem mais envolventes (Pimentel *et al.*, 2021).

Assim, a introdução das tecnologias digitais no ensino possibilita a diversificação metodológica do professor, atuando como um recurso de suporte e mecanismo de apresentação audiovisual e de interatividade. Quando o professor reflete, organiza e ressignifica sua prática pedagógica, é possível empregar esses recursos em diversas modalidades de ensino, sejam presenciais ou a distância, e em diferentes níveis, como Educação Básica e Ensino Superior, abrangendo abordagens experimentais, teóricas ou lúdicas (Dionízio, 2019).

Nesse cenário, o uso das TDICs possibilita a adoção de novas abordagens pedagógicas que colocam os alunos como protagonistas do processo de ensino e aprendizagem, promovendo sua motivação, estímulo à criatividade e ao desenvolvimento de habilidades tecnológicas (Lorduy & Naranjo, 2020). Assim, os resultados obtidos por meio dessa metodologia permitem que os estudantes desenvolvam competências técnicas e científicas.

Direcionado ao ensino de Química, o uso de *softwares* e programas computacionais tem como objetivo facilitar a compreensão de conceitos muitas vezes abstratos ao aluno, devido à complexidade de visualização de reações e estruturas químicas. Desse modo, a utilização integrada de diversas mídias, especialmente a visualização de imagens e estruturas carbônicas através de sites e aplicativos, pode contribuir para a compreensão e a aplicação de conceitos fundamentais da química (Nichele *et al.*, 2016).

2. Metodologia

Fez-se uma pesquisa de natureza quantitativa chegando à quantidade de 12 (doze) artigos conforme a Tabela 1, qualitativa em relação às discussões realizadas sobre os artigos realizados (Pereira *et al.*, 2018) num estudo bibliográfico do tipo de revisão sistemática (Snyder, 2019).

Essa pesquisa se caracteriza como uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), cujo objetivo é identificar, analisar e

discutir as principais contribuições, tendências e desafios presentes nos estudos que abordam o uso das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) no ensino de Química. Uma RSL possibilita compreender o avanço das pesquisas existentes em relação ao esclarecimento de um problema específico, além de identificar conexões, contradições e inconsistências presentes na literatura, analisando suas possíveis causas (Leite, 2021).

A investigação busca compreender tanto os potenciais pedagógicos dessas tecnologias quanto os possíveis impactos negativos decorrentes de seu uso excessivo ou inadequado no processo de ensino e aprendizagem. Segundo Gil (2019), a revisão da literatura promove o levantamento acerca do que já se conhece com relação ao assunto que está sendo pesquisado. Possibilita, portanto, identificar lacunas no conhecimento existente e, consequentemente, orientar a pesquisa com o propósito de preenchê-las.

Segundo Leite (2021), a RSL pode ser delineada nas seguintes etapas: (i) definição da pergunta da pesquisa; (ii) elaboração de protocolo (procedimento de escolha de dados); (iii) busca e seleção dos estudos; (iv) análise e síntese de estudos; (v) resultados.

A seleção dos materiais considerou artigos publicados em periódicos científicos de bases nacionais, como a Plataforma CAPES, o Google Acadêmico, repositórios de universidades e em bases internacionais, incluindo a base Scopus, o Repositório da Universidade de Lisboa e a revista germano-britânica *Springer Nature*. Além disso, foram incluídos trabalhos acadêmicos disponíveis em repositórios institucionais, com prioridade para produções recentes e alinhadas ao escopo da pesquisa. Os critérios de seleção para os trabalhos nacionais foram:

- I– Publicações entre 2019 e 2025;
- II– Artigos veiculados em periódicos com classificação Qualis entre A1 e B1;
- III– Estudos que abordassem diretamente temáticas relacionadas ao ensino de Química, metodologias ativas, uso de tecnologias educacionais ou práticas pedagógicas.

Os critérios de exclusão adotados foram:

- I– Artigos com mais de sete anos de publicação;
- II– Produções oriundas de periódicos com classificação Qualis inferior a B1;
- III– Trabalhos que não apresentassem relação direta com o tema da pesquisa ou que não contribuissem significativamente para sua fundamentação teórica.

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram inicialmente identificados 23 (vinte e três) artigos que atenderam, em parte, ao escopo proposto. No entanto, 11 (onze) estudos foram excluídos por não se enquadarem nos critérios estabelecidos. Dessa forma, 12 (doze) artigos detalhados na amostra final, os quais foram detalhados e estão elencados no Quadro 1, na seção “Resultados e Discussão”.

Quanto aos trabalhos internacionais, a seleção baseou-se em países de referência em educação, conforme pesquisa realizada pela consultoria britânica *Economist Intelligence Unit* (Unidade de Inteligência Economista). Foram considerados, como critérios de inclusão, a relevância dos trabalhos para o campo de investigação, sua contribuição teórica e metodológica, bem como o recorte temporal compreendido entre os anos de 2020 e 2025.

Foram priorizadas produções com resultados significativos, fundamentação consistente e alinhamento com os objetivos da pesquisa, de modo a garantir a relevância científica e a coerência metodológica do corpus selecionado. Consideraram-se, como resultados significativos, estudos que apresentaram evidências sólidas sobre os efeitos do uso das Tecnologias Digitais da

Informação e Comunicação (TDICs) no ensino de Química.

Esses estudos destacaram tanto os benefícios, como melhorias na aprendizagem, maior engajamento dos estudantes, facilitação na compreensão de conceitos difíceis e o desenvolvimento de habilidades cognitivas e tecnológicas, quanto os desafios, como a dependência excessiva de recursos digitais, a falta de preparação dos professores para usar essas ferramentas de forma pedagógica e crítica, além das desigualdades no acesso às tecnologias. Esses pontos foram essenciais para entender tanto o potencial quanto as limitações do uso das TDICs no processo de ensino e aprendizagem. Trabalhos que não atendiam aos critérios foram desconsiderados.

Com base na análise dos estudos selecionados, os resultados e discussões apresentados a seguir destacam como as tecnologias digitais têm sido utilizadas como recurso metodológico no processo de ensino e aprendizagem, além de analisarem as diferentes vertentes dessas tecnologias quando aplicadas diretamente ao ensino de Química.

3. Resultados e Discussão

Nesta seção, são apresentados e analisados os principais resultados obtidos a partir da revisão sistemática da literatura, com o objetivo de compreender como as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) têm sido aplicadas no ensino de Química. Os achados foram organizados em tópicos específicos, de modo a facilitar a compreensão das diferentes abordagens e contribuições observadas nos estudos selecionados. A seguir, cada tópico é explorado de forma distinta, destacando tanto os benefícios quanto os desafios relacionados ao uso das TDICs como recurso metodológico e à sua aplicação direta no ensino de Química.

3.1 Síntese de Artigos

Após a aplicação criteriosa dos parâmetros de inclusão e excluídas descritas na seção metodológica, a busca inicial nas bases de dados comprovadas na identificação de 23 (vinte e três) estudos considerados potenciais para compor a revisão. Entretanto, uma análise mais detalhada evidenciou que 11 (onze) desses trabalhos não atenderam integralmente aos requisitos previamente estabelecidos.

Assim, o corpus final da RSL foi constituído por 12 (doze) artigos que tiveram impacto efetivo e contribuição relevante ao escopo desta pesquisa. A síntese desses artigos encontra-se organizada no Quadro 1, que serviu de base empírica para as análises e discussões subsequentes.

Quadro 1 - Produções acadêmicas referenciadas na pesquisa.

Título	Nacionalidade	Ano	Autores
Tecnologias No Ensino De Química: Passado, Presente E Futuro	Brasil	2019	Leite, B. S
Uso do Software Avogadro no Ensino de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE)	Brasil	2020	Da Silva F.E, <i>et al.</i>
Quiz Molecular: Aplicativo Lúdico Didático Para O Ensino De Química Orgânica	Brasil	2020	Silva, Batista E Pires
Uso de aplicativos no ensino de química orgânica na percepção de discentes.	Brasil	2020	Oliveira, F. C. De; Milani J. J. Carvalho, J. W. P

<i>Immersive virtual reality in K-12 and higher education: a systematic review of the last decade scientific literature.</i>	Grécia	2021	Pellas, N; Mystakidis, S; Kazanidis, I.
Pesquisas sobre as tecnologias digitais no ensino de química	Brasil	2021	Leite, B. S
Softwares educativos aplicados no Ensino de Química: Recursos didáticos potencializadores no processo de aprendizagem	Brasil	2021	Mesquita, J. et.al.
<i>Immersive virtual reality increases affinity, but not learning, with a scientific simulation, and generative learning strategies promote learning in immersive virtual reality.</i>	Dinamarca	2021	Makransky, G. et al
Uso Das TDICs No Contexto Escolar: Possibilidades E Potencialidades	Brasil	2023	De Araújo, J. P. <i>et al.</i>
<i>Technology and innovation in shaping the future of education</i>	Turquia	2024	Çelik,F.; Baturay, M. H.
<i>Combining virtual reality with asymmetric collaborative learning: a case study in chemistry education.</i>	Itália	2024	De Lorenzis, F. et.al
<i>Pedagogical infrastructures in multidisciplinary</i>	Finlândia	2025	Aarnio et al.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2025).

Os resultados apontam que as pesquisas analisadas enfatizam o papel das tecnologias digitais como mediadoras do conhecimento científico, especialmente por favorecerem a visualização de fenômenos abstratos e a construção de aprendizagens significativas. Além disso, verificou-se uma tendência metodológica voltada ao uso de *softwares* de modelagem molecular, jogos digitais e simuladores, que contribuem para o engajamento e a autonomia discente.

Entretanto, alguns estudos destacam desafios recorrentes, como a falta de formação docente específica para o uso pedagógico das TDICs e as desigualdades no acesso às tecnologias, fatores que podem comprometer a efetividade dessas práticas. Dessa forma, as pesquisas analisadas não apenas evidenciam o potencial das ferramentas digitais como recursos metodológicos, mas também reforçam a necessidade de uma integração crítica, planejada e contextualizada no processo educativo.

Com base nessas observações, é possível identificar duas vertentes principais nas produções analisadas: (i) as que tratam das TDICs como ferramentas metodológicas de apoio ao ensino, e (ii) as que discutem seu uso aplicado especificamente ao ensino de Química, destacando as contribuições e limitações de cada abordagem. Essas categorias orientam a discussão a seguir.

3.2 TIDCs como Recurso Metodológico

O uso de tecnologias como recurso metodológico é cada vez mais presente no ensino, uma vez que a utilização dessas ferramentas vem se tornando comum em diversos contextos educacionais. A diversidade de TDICs e sua vasta capacidade de aplicação em diferentes eixos do ensino permitem a criação de estratégias pedagógicas inovadoras, que podem favorecer a construção do conhecimento de maneira mais interativa, dinâmica e significativa. As TDICs evoluíram de modo a oferecer metodologias pedagógicas que auxiliam no engajamento e no interesse dos alunos pela aprendizagem de conceitos científicos (Leite, 2019).

Diversos estudos têm se desenvolvido, como de Silva *et al.* (2020), que aplicaram um quiz molecular, executado a partir de um aplicativo para dispositivos móveis em uma turma do Ensino Médio, verificaram que a utilização de TIDCs permite uma abordagem metodológica promissora para o ensino, tornando as aulas mais dinâmicas e participativas. Conclui-se que a

aplicação de um jogo digital agradou os alunos, que demonstraram maior interesse e concentração durante as atividades, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa.

A evolução e aplicação das TDICs evidenciam seu potencial como aliadas no processo de ensino e aprendizagem, ao oferecer novas formas de mediação do conhecimento e ampliar as possibilidades didáticas. No entanto, é essencial que o professor domine essas ferramentas, pois sua habilidade com elas garante maior fluidez e eficiência no ensino. O domínio das TDICs ocorre quando o professor comprehende de que forma as tecnologias podem modificar tanto as estratégias pedagógicas quanto às formas de representar o conteúdo, visando o ensino de temas específicos, além de entender como essas ferramentas e representações influenciam a aprendizagem dos estudantes (Makransky *et al.*, 2021).

No campo da Educação, especificamente no Ensino Médio (Pellas *et al.*, 2021; Marks & Thomas, 2022), muitas vezes é necessário vincular explicações teóricas com exemplos práticos que possam ajudar a melhorar a compreensão geral dos tópicos abordados, aumentando assim a confiança dos alunos (Schuartz & Sarmento, 2020). Tal *et al.* (2021) enfatizaram a importância do questionamento como uma ferramenta crucial para os professores durante o processo instrucional, a fim de envolver os alunos e promover a aprendizagem ativa.

Nesse contexto, torna-se relevante a integração entre as práticas pedagógicas, de modo que a tecnologia atue como um recurso de apoio às metodologias tradicionais, e estas também possam complementar o uso das tecnologias. A autenticidade na inovação envolve a adaptação ou integração entre ferramentas e métodos já existentes para contribuir, de maneira significativa e contextualizada, com a compreensão de desafios reais, como resultado do uso integrado de metodologias, tecnologias e pensamento crítico (Çelik & Baturay, 2024). Os princípios-chave de uma abordagem educacional construtivista incluem o envolvimento ativo em práticas profissionais autênticas, um ambiente de ensino colaborativo que promova a interação entre os alunos, bem como a participação ativa no processo de ensino e aprendizagem (Barros, 2021).

Além disso, a inserção das TDICs no contexto educacional amplia as possibilidades metodológicas dos professores e contribui para o desenvolvimento de habilidades essenciais nos estudantes, como a autonomia, o raciocínio crítico e a capacidade de resolver problemas (Brandão, 2023). A integração e diversificação de metodologias ainda pode favorecer a construção de ambientes de aprendizagem mais inclusivos e motivadores, nos quais diferentes estilos de aprendizagem são contemplados e valorizados.

Ao combinar estratégias tradicionais com recursos digitais, os professores conseguem promover uma abordagem mais flexível e centrada no aluno, estimulando sua autonomia e participação ativa no processo educativo. O uso das TDICs na educação proporciona diversas vantagens, como a maior participação dos estudantes como agentes ativos no processo de aprendizagem, a criação de novas formas de interação entre professores e alunos e a transformação das dinâmicas em sala de aula (Leite, 2021). Assim, o papel do professor assume centralidade nesse processo, atuando como mediador entre o conhecimento científico e as linguagens digitais, garantindo que o uso das TDICs contribua para uma aprendizagem efetivamente significativa.

3.3 O uso de TIDCs no Ensino de Química

O uso das TDICs no ensino de Química tem se mostrado uma estratégia eficaz para tornar o aprendizado mais dinâmico, visual e interativo. Por meio de recursos como simuladores virtuais, softwares de modelagem molecular, vídeos educativos e jogos digitais, os alunos conseguem visualizar conceitos abstratos, como ligações químicas e estruturas moleculares, de forma mais concreta. Priorizar um ensino de Química problematizador, contextualizado e centrado nos estudantes é fundamental para engajá-los, fortalecer o senso de pertencimento e evidenciar a relevância da Química na sociedade tecnológica atual (Leite, 2021).

Oliveira *et al.* (2020) fizeram observações ressaltando a importância da tecnologia digital no ensino de química, demonstrando que ferramentas como *softwares* de modelagem molecular não apenas tornam o aprendizado interativo, mas também ajudam os alunos a superarem barreiras cognitivas associadas a conceitos abstratos. Em suas pesquisas, os autores mostraram que o uso dessas tecnologias promove a educação inclusiva e permite que alunos com diferentes estilos de aprendizagem se adaptem a esses programas.

Além disso, observa-se que a aplicação dessas tecnologias em sala de aula favorece a construção de ambientes colaborativos e motivadores, nos quais os estudantes têm a oportunidade de explorar os conteúdos em seu próprio ritmo, interagindo com representações visuais e tridimensionais que facilitam a compreensão de estruturas complexas.

Entretanto, é essencial que, ao integrar os recursos tecnológicos ao ensino de Química, o professor considere o nível de compreensão dos estudantes, tanto em relação aos conteúdos abordados quanto aos conhecimentos prévios, que são fundamentais para a construção de conceitos mais específicos e complexos. Moraes *et al.* (2022) destacam a importância da compreensão dos conceitos químicos desde suas etapas iniciais, uma vez que uma base sólida é essencial para o desenvolvimento de habilidades mais avançadas, como a interpretação de estruturas moleculares. Dificuldades nesses fundamentos podem comprometer a aprendizagem de conteúdos subsequentes, além de gerar equívocos conceituais persistentes ao longo da trajetória acadêmica dos estudantes.

Nesse sentido, quando as TDICs são utilizadas sem que haja uma base conceitual consolidada, seu potencial pedagógico pode ser limitado, pois os estudantes tendem a apresentar dificuldades na interpretação e aplicação dos conteúdos. Embora essas tecnologias facilitem a abordagem pedagógica e potencializem a aprendizagem, elas não garantem, por si só, resultados significativos, estando sujeitas a limitações e desvantagens (Barros, 2021).

Quando direcionado à Química, essa base de conhecimento torna-se indispensável, uma vez que os tópicos que compõem essa área estão interligados e se fundamentam uns nos outros. Compreender conceitos básicos, como a estrutura atômica e as ligações químicas, é essencial para avançar no estudo de temas mais complexos, como reações químicas, propriedades dos materiais e transformações energéticas (Leite, 2021).

Sem essa fundamentação sólida, os estudantes podem encontrar dificuldades para assimilar conteúdos subsequentes, comprometendo o desenvolvimento do raciocínio científico e a capacidade de aplicar o conhecimento em situações práticas. Aarnio *et al.* (2025) demonstram que, em contextos de ensino multidisciplinar e baseado em projetos, a aprendizagem efetiva depende de infraestruturas pedagógicas que ofereçam não apenas recursos materiais e tecnológicos, mas também suporte cognitivo, emocional e colaborativo ao longo das etapas do processo de aprendizagem. Quando essas dimensões são negligenciadas, os alunos têm mais dificuldades em desenvolver uma compreensão aprofundada e transferível, essencial para o pensamento científico e para a resolução de problemas em contextos reais.

No ensino de Química, o uso das TDICs deve estar integrado a estratégias pedagógicas que favoreçam a retomada e o fortalecimento dos conhecimentos básicos, essenciais para a compreensão de conteúdos mais complexos. Essa integração possibilita que os estudantes avancem na aprendizagem de forma mais segura, construindo significados a partir de suas experiências anteriores e desenvolvendo habilidades fundamentais para o raciocínio científico. É fundamental compreender o potencial das ferramentas digitais no processo de ensino e aprendizagem de química e inseri-las de forma planejada nas práticas pedagógicas, promovendo a aproximação entre professor, estudante e tecnologia (Leite, 2021).

Portanto, o uso das TDICs no ensino de Química deve ser compreendido não como uma substituição das práticas tradicionais, mas como uma ampliação das possibilidades didáticas do professor, que assume o papel de mediador entre o conhecimento científico e as linguagens digitais.

4. Conclusão

A análise realizada por meio da Revisão Sistemática da Literatura evidencia que as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) têm desempenhado um papel cada vez mais relevante no ensino de Química, especialmente ao tornarem o processo de aprendizagem mais visual, interativo e alinhado às necessidades dos estudantes contemporâneos. A complexidade e a abstração dos conceitos químicos muitas vezes de difícil visualização têm encontrado nas TDICs uma mediação eficaz, facilitando a compreensão e contribuindo para uma aprendizagem mais significativa.

Os estudos analisados demonstram que recursos como simuladores, softwares de modelagem molecular, jogos e aplicativos educacionais são capazes de despertar o interesse dos alunos, promover a motivação, estimular o raciocínio lógico e favorecer a autonomia na construção do conhecimento. Além disso, essas tecnologias fortalecem práticas pedagógicas inovadoras que valorizam o protagonismo discente e possibilitam ambientes de aprendizagem mais inclusivos, colaborativos e contextualizados.

Entretanto, o uso das TDICs não é isento de desafios. A pesquisa alerta para a necessidade de formação adequada dos docentes, de modo que saibam integrar essas ferramentas de maneira crítica, intencional e pedagógica, evitando o uso superficial ou dependente da tecnologia. Outro ponto crítico é a desigualdade no acesso aos recursos tecnológicos, o que pode ampliar disparidades educacionais.

A aprendizagem eficaz por meio das TDICs exige uma base conceitual sólida por parte dos estudantes. Assim, o sucesso na adoção dessas ferramentas está diretamente relacionado ao planejamento pedagógico, à integração entre metodologias tradicionais e digitais e ao acompanhamento constante das dificuldades dos alunos. Em síntese, as TDICs não substituem o papel do professor, mas ampliam suas possibilidades didáticas. Quando bem utilizadas, tornam-se aliadas poderosas no processo de ensino e aprendizagem de Química, contribuindo para um ensino mais dinâmico, significativo e conectado com os desafios da sociedade atual.

Referências

- Aarnio, T., Uljens, M., Lehtonen, M. & Kankaanrinta, E. (2025). Pedagogical infrastructures in multidisciplinary technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 35. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10798-024-09915-4>.
- Barros, E. H. (2021). Aprendizagem colaborativa na sala de aula de tradução: Resultados preliminares da pesquisa. *Estudos da Tradução*, 16, 42–60. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:145350164>.
- Brandão, C. B. (2023). *Contributos da Realidade Aumentada e Gamificação para a Construção de Explicações Científicas Sobre Combustíveis, Energia e Ambiente* [Dissertação de mestrado, Universidade de Lisboa]. Repositório da Universidade de Lisboa. <https://repositorio.ulisboa.pt/handle/10451/64918>
- Campos, A. F. M., Caetano, L. M. D. & Gomes, V. M. L. R. (2023). Revisão sistemática de literatura em educação: Características, estrutura e possibilidades às pesquisas qualitativas. *Linguagens, Educação e Sociedade*, 27(54), 139–69. <https://doi.org/10.26694/rles.v27i54.2702>
- Çelik, F. & Baturay, M. H. (2024). Technology and innovation in shaping the future of education. *Smart Learning Environments*, 11(54). <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00339-0>
- De Lorenzis, F., Cerroni, F., Chiarello, F., De Paolis, L. H., Ficarella, F. & Mininni, S. (2024). Combining virtual reality with asymmetric collaborative learning: A case study in chemistry education. *Smart Learning Environments*, 11(1), Artigo 43. <https://doi.org/10.1186/s40561-024-00331-8>
- Delamuta, B. H., Assai, N. D. S. & Sanchez Jr., S. L. (2020). O ensino de Química e as TDIC: Uma revisão sistemática de literatura e uma proposta de webquest para o ensino de Ligações Químicas. *Research, Society and Development*, 9(9), e149996839.
- Dionizio, T. P. (2019). O uso de tecnologias da informação e comunicação como ferramenta educacional aliada ao ensino de Química. *EaD em Foco*, 9(1). <https://doi.org/10.18264/eadf.v9i1.809>
- Firmino, E. S., Dos Santos, L. S., Júnior, O. P. S., Silva, J. P. & Moura, J. F. S. (2020). Uso do Software Avogadro no Ensino de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). *Revista ENCITEC*, 10(2), 67-77. <https://srapp2.santoangelo.uri.br/seer/index.php/encitec/article/view/3026>.

- Gil, A. C. (2019). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (7. ed.). Atlas.
- Leite, B. S. (2019). Tecnologias no ensino de Química: Passado, presente e futuro. *Scientia Naturalis*, 1(3), 326-40. https://www.researchgate.net/publication/333516182_tecnologias_no_ensino_de_quimica_passado_presente_e_futuro
- LEITE, B. S. (2021). Pesquisas sobre as tecnologias digitais no ensino de química. *Debates em Educação*, 13(Esp. 2), 244–269. <https://doi.org/10.28998/2175-6600.2021v13nEsp2p244-269>
- Locatelli, A., Both, G. B., Trentin, M. A. S. & Zoch, A. N. (2020). Applications for mobile devices in Chemical education: A research in foreign literature. *Research, Society and Development*, 9(9), e699997758. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7758>
- Locatelli, A., Zoch, A. N. & Trentin, M. A. S. (2015). TICs no ensino de química: Um recorte do “estado da arte.” *Revista Tecnologias na Educação*, 12(7), 1-12. <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2015/07/Art19-vol12-julho2015.pdf>
- Lorduy, D. J. & Naranjo, C. P. (2020). Tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la educación en ciencias. *Praxis & Saber*, 11(27), Artigo 11177.
- Makransky, G., Larsen, L., Charette, L., Wagstaff, J., Zambrano, J. & Durlacher, S. (2021). Immersive virtual reality increases affinity, but not learning, with a scientific simulation, and generative learning strategies promote learning in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*, 113(4), 719-35. https://www.researchgate.net/publication/338980498_Immersive_Virtual_Reality_Increases_Liking_but_Not_Learning_with_a_Science_Simulation_and_Generative_Learning_Strategies_Promote_Learning_in_Immersive_Virtual_Reality
- Medeiros, D. R. & Lopes, A. S. B. (2017). Carbônu: Plataforma virtual para apoio ao ensino-aprendizagem de química orgânica. In *Anais do VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação*. Fortaleza-CE. https://researchgate.net/publication/320993433_Carbonus_plataforma_virtual_para_apoio_ao_ensino-aprendizagem_da_quimica_organica.
- Mesquita, J. de M., Mesquita, L. S. F. & Barroso, M. C. S. (2021). Softwares educativos aplicados no Ensino de Química: Recursos didáticos potencializadores no processo de aprendizagem. *Research, Society and Development*, 10(11), e458101115278. https://www.researchgate.net/publication/354546411_Softwares_educativos_aplicados_no_Ensino_de_Quimica_Recursos_didaticos_potencializadores_no_processo_de_aprendizagem
- Nichele, A. & Zielinski do Canto, L. (2016). Ensino de Química com Smartphones e Tablets. *Renote*, 14(1). <https://doi.org/10.22456/1679-1916.67380>
- Oliveira, F. C. de, Milani, J. J. & Carvalho, J. W. P. (2020). Uso de aplicativos no ensino de química orgânica na percepção de discentes. *Revista Educação e Cultura Contemporânea*, 17(49), 86–103. <https://mestradoedoutoradoestacio.periodicoscientificos.com.br/index.php/reeduc/article/view/4998>.
- Pellas, N., Mystakidis, S. & Kazanidis, I. (2021). Immersive virtual reality in K-12 and higher education: A systematic review of the last decade scientific literature. *Virtual Reality*, 25(3), 835–61. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00489-9>
- Pereira, A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Ed. UAB/NTE/UFSM.
- Pimentel, F. S. C., Francisco, D. J. & Ferreira, A. R. (2021). *Jogos digitais, tecnologias e educação: Reflexão e propostas no contexto da Covid-19* (E-book). EDUFAL <https://www.repository.ufal.br/handle/123456789/7841>
- Schuartz, A. S. & Sarmento, H. B. M. (2020). Information and Communication Technology (ICT) and teaching process. *Revista Katálysis*, 23(3), 429. <https://www.proquest.com/docview/2460599331?fromopenview=true&pq-origsite=gscholar&sourcetype=Scholarly%20Journals>
- Silva, S. E., Batista, L. L. & Pires, T. D. A. (2020). Quiz Molecular: Aplicativo lúdico didático para o ensino de Química Orgânica. *Revista Prática Docente*, 5(1), 172–192. <https://doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2020.v5.n1.p172-192.id550>
- Tal, M., Herscovitz, O. & Dori, Y. J. (2021). Assessing teachers' knowledge: Incorporating context-based learning in chemistry. *Chemistry Education*. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/rp/d0rp00359j>