INSTITUTO FEDERAL DO AMAPÁ
CAMPUS SANTANA
ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL - “CIÊNCIA É 10!”

LUCIANE BARROS SILVA
MADSON JONHE DA COSTA

O USO DE TDICs NO ENSINO DE CIÊNCIAS COM ÊNFASE NA QUÍMICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

SANTANA-AP
2025

LUCIANE BARROS SILVA
luciaanebarros@hotmail.com
MADSON JONHE DA COSTA
madson.jonhe.quimico@gmail.com

O USO DE TDICs NO ENSINO DE CIÊNCIAS COM ÊNFASE NA QUÍMICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Ensino de Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental - "Ciência é 10!" do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Especialista.

Orientador(a): Diego Ted Rodrigues Bogea

SANTANA-AP
2025

Aos **dezesseis dias** do mês de outubro de 2025, às **08:13** horas, os estudantes: **Luciane Barros Silva e Madson Jonhe da Costa** apresentaram o seu Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de especialista em Ciências, para julgamento à Banca Avaliadora constituída pelos seguintes integrantes:
Professor(a) DIEGO TED RODRIGUES BOGEA (Presidente da Banca),

Professor(a) Aline de Santana Carvalho

Professor(a) Dionísia Pelaes Ferreira

A sessão pública de defesa foi aberta pelo Presidente da Banca, que apresentou à Banca Avaliadora e deu continuidade aos trabalhos, fazendo uma breve referência ao trabalho que tem como título **O USO DE TDICs NO ENSINO DE CIÊNCIAS COM ÊNFASE NA QUÍMICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA.**

Na sequência, os estudantes utilizaram até 30 minutos para a exposição de seu trabalho, e cada integrante da Banca Avaliadora fez a arguição após a apresentação do mesmo. Finalmente, foi aberto um espaço aos presentes para eventuais perguntas ou comentários sobre o trabalho apresentado. Ouvidas as explicações dos estudantes, a Banca Avaliadora, reunida em caráter sigiloso, para proceder a avaliação, deliberou pelo conceito **APROVADOS**. Foi dada ciência aos estudantes que a versão final do trabalho deverá ser entregue até 15 dias após a defesa**,** com as devidas alterações sugeridas pela banca. Nada mais havendo a tratar, a sessão foi encerrada às **08:55**, dela sendo lavrada a presente ata, que, uma vez aprovada, foi assinada por todos os membros da Banca Avaliadora.

Nome do Orientador:	DIEGO TED RODRIGUES BOGEA
Nome do avaliador 1:	Aline de Santana Carvalho
Nome do avaliador 2:	Documento assinado digitalmente gov.br DIONISIA PELAES FERREIRA Data: 16/10/2025 12:42:14-0300 Verifique em https://validar.iti.gov.br

AGRADECIMENTOS

Agradecemos, de forma especial, às nossas famílias, que sempre estiveram ao nosso lado, cada uma à sua maneira, oferecendo amor, apoio e incentivo ao longo desta caminhada.

Agradecemos também aos amigos que contribuíram com palavras de motivação e gestos de companheirismo.

Este trabalho é resultado de um esforço conjunto, construído com dedicação e parceria.

RESUMO

SILVA, Luciane Barros; DA COSTA, Madson Jonhe. O USO DE TDICs NO ENSINO DE CIÊNCIAS COM ÊNFASE NA QUÍMICA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA, 2025. (Especialização em ensino de ciências nos anos finais do ensino fundamental). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá – Campus Santana.

O ensino de Ciências, com ênfase na Química, enfrenta desafios relacionados à abstração conceitual e à articulação entre diferentes níveis de representação. Nesse contexto, as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) configuram-se como recursos capazes de potencializar a aprendizagem, promover engajamento e favorecer a compreensão de conceitos complexos. Este trabalho teve como objetivo realizar uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) sobre o uso de TDICs no ensino de Ciências, particularmente no ensino de Química, a partir de artigos publicados entre 2022 e 2025 nas bases Google Scholar e Periódicos CAPES (SciELO). A metodologia foi conduzida segundo o protocolo PRISMA-ScR, com definição de critérios de inclusão, exclusão e avaliação da qualidade metodológica dos artigos. Foram inicialmente identificados 1.825 estudos, dos quais nove atenderam aos critérios estabelecidos e compuseram a análise final. Os artigos selecionados evidenciam o uso de diferentes categorias de TDICs, como recursos de visualização (realidade aumentada, holografia, modelos 3D), ferramentas de experimentação virtual (PhET, Ptable), plataformas digitais (Google Classroom, e-books, YouTube) e estratégias de engajamento cultural (memes digitais, redes sociais). Os resultados apontaram impactos pedagógicos relevantes, principalmente o aumento da motivação e do engajamento dos estudantes, a melhoria na compreensão de conceitos abstratos e o estímulo à autonomia investigativa. Verificou-se, ainda, que o uso das tecnologias favoreceu mudanças na percepção da disciplina, aproximando-a do cotidiano digital dos alunos e conferindo maior significado ao processo de aprendizagem. Apesar desses avanços, persistem desafios ligados à infraestrutura escolar, à formação docente e à equidade de acesso, fatores que limitam a consolidação das TDICs em diferentes contextos educacionais. Conclui-se que as TDICs constituem instrumentos estratégicos para o ensino de Química, desde que integradas a planejamentos pedagógicos consistentes e intencionais. Além de ampliar a compreensão conceitual, contribuem para a democratização do conhecimento científico e para a formação de cidadãos críticos e reflexivos. Recomenda-se o fortalecimento de políticas públicas, a formação continuada de professores e o desenvolvimento de novas pesquisas que explorem práticas inovadoras mediadas pelas TDICs.

Palavras-chave: Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação; Ensino de Ciências; Ensino de Química; Revisão Sistemática; Educação Básica.

ABSTRACT

SILVA, Luciane Barros; DA COSTA, Madson Jonhe. THE USE OF ICTs IN SCIENCE EDUCATION WITH AN EMPHASIS ON CHEMISTRY: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW, 2025. (Specialization in teaching science in the final years of elementary education). Federal Institute of Education, Science and Technology of Amapá – Santana Campus.

Science education, with an emphasis on Chemistry, faces challenges related to conceptual abstraction and the articulation between different levels of representation. In this context, Information and Communication Technologies (ICTs) emerge as resources capable of enhancing learning, promoting engagement, and supporting the understanding of complex concepts. This study aimed to conduct a Systematic Literature Review (SLR) on the use of ICTs in Science education, particularly in Chemistry teaching, based on articles published between 2022 and 2025 in the Google Scholar and CAPES Journals (SciELO) databases. The methodology followed the PRISMA-ScR protocol, with defined inclusion, exclusion, and methodological quality assessment criteria. A total of 1,825 studies were initially identified, of which nine met the established criteria and were included in the final analysis. The selected articles highlight the use of different categories of ICTs, such as visualization resources (augmented reality, holography, 3D models), virtual experimentation tools (PhET, Ptable), digital platforms (Google Classroom, e-books, YouTube), and cultural engagement strategies (digital memes, social networks). The results indicated relevant pedagogical impacts, mainly increased student motivation and engagement, improved understanding of abstract concepts, and the encouragement of investigative autonomy. It was also observed that the use of technologies fostered changes in the perception of the discipline, bringing it closer to students' digital daily lives and providing greater meaning to the learning process. Despite these advances, challenges remain regarding school infrastructure, teacher training, and equitable access, which limit the consolidation of ICTs in different educational contexts. It is concluded that ICTs are strategic instruments for Chemistry teaching, provided they are integrated into consistent and intentional pedagogical planning. In addition to broadening conceptual understanding, they contribute to the democratization of scientific knowledge and to the development of critical and reflective citizens. Strengthening public policies, continuous teacher training, and further research exploring innovative practices mediated by ICTs are recommended.

Keywords: Information and Communication Technologies; Science Education; Chemistry Education; Systematic Review; Basic Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – (**a**) Fluxograma PRISMA-ScR ilustrando o processo de identificação e seleção dos artigos na base de dados; (**b**) Principais resultados da coleção de artigos obtidos no SciELO (Periódicos CAPES); (**c**) Principais resultados da coleção de artigos obtidos no Google Scholar. 19

Figura 2 – Frequência das TDICs utilizadas nos artigos analisados 25

Figura 3 – Principais Impactos Relatados Nas Experiências Com TDICs 26

Figura 4 – Categorias e exemplos de TDICs utilizadas como recurso pedagógico no ensino de Química 27

Figura 5 – Frequência dos conteúdos de Química (e Ciências) trabalhados com TDICs 30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Conjunto de palavras-chave utilizadas nas bases de dados: (I) Periódicos CAPES (SciELO) e (II) Google Scholar 16

Tabela 2 – Critérios de Inclusão e Exclusão adotados na Revisão Sistemática..... 17

Tabela 3 – Critérios de Qualidade e Classificação dos Artigos (foco em Química). As cores destacam os níveis de qualidade metodológica atribuídos aos artigos analisados: (a) Verde, indica alta qualidade (≥ 75% da pontuação total); (b) Laranja, corresponde à qualidade intermediária (50%–74% da pontuação total); e (c) Azul, refere-se à baixa qualidade (< 50% da pontuação total)..... 18

Tabela 4 – Identificação e características dos artigos selecionados nas bases SciELO e Google Scholar. 20

Tabela 5 – Identificação e características dos artigos selecionados nas bases 21

Tabela 6 - Presença de palavras-chave nos títulos dos artigos (Critério I)..... 23

Tabela 7 – Metodologias aplicadas ao uso das TDICs no ensino de Química 24

Tabela 8 – Relatos de experiências com o uso de TDICs no ensino de Química..... 26

Tabela 9 – Exemplos de TDICs utilizadas no ensino de Química..... 27

Tabela 10 – Síntese dos resultados do uso das TDICs nos artigos analisados 28

SUMÁRIO

1 **INTRODUÇÃO** 10
1.1. Objetivos **12**
1.1.1 Objetivo Geral 12
1.1.2 Objetivos Específicos 12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA **13**
2.1 Conceito de TDICs **13**
2.2 Principais ferramentas e recursos utilizados no ensino **13**
2.3 Pesquisas anteriores sobre a eficácia das TDICs **14**
2.4 Marco legal (BNCC, LDB, políticas públicas sobre TDICs) **14**
3 METODOLOGIA **16**
3.1 Definição do Campo de Estudo **16**
3.2 Seleção das Bases de Dados e Estratégia de Busca **16**
3.3 Critérios de Qualidade adotados para a avaliação dos artigos **17**
3.4 Abordagem Quantitativa e Qualitativa da Análise **18**
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES **19**
4.1 Descrição e análise de dados **19**
4.2 Artigos Selecionados para Análise **20**
4.3 Análise dos Artigos a partir dos Critérios da RSL **23**
4.3.1 Presença, no título, das palavras-chave (ou sinônimos): TDICs, Ensino, Ciências, Química. 23
4.3.2 Metodologias aplicadas ao uso das TDICs no ensino de Química. 24
4.3.3 Relato de experiências ou aplicações de professores e/ou alunos com o uso de TDICs no ensino de Química. 25
4.3.4 Exemplos de TDICs utilizadas como recurso pedagógico no ensino de Química 27
4.3.5 Abordagem de contribuições e resultados obtidos a partir do uso de TDICs no ensino de Química. 28
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÔES **31**
REFERÊNCIAS **32**

1 INTRODUÇÃO

O ensino de ciências ocupa posição estratégica na formação de cidadãos críticos, reflexivos e capazes de compreender fenômenos naturais, processos tecnológicos e implicações socioambientais presentes na sociedade contemporânea (Carvalho, 2013; De Oliveira *et al.*, 2023) Nesse campo, a química assume relevância particular, pois aborda conteúdos que explicam transformações da matéria e fenômenos essenciais para a vida cotidiana, a indústria, a saúde e o meio ambiente (Silva *et al.*, 2021). Apesar dessa importância, a disciplina apresenta desafios didáticos significativos, em especial pela natureza abstrata de seus conceitos e pela necessidade de articular diferentes níveis de representação (Taber, 2013). Essas características frequentemente dificultam a aprendizagem, contribuindo para a desmotivação discente e para resultados aquém do esperado nos processos avaliativos.

Ao longo das últimas décadas, a inserção das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) no contexto educacional tem sido apontada como estratégia promissora para superar parte dessas dificuldades (Kenski, 2003; De AraúJo and Vasconcelos, 2025). O uso de recursos tecnológicos na educação remonta às décadas finais do século XX, com a introdução de computadores em ambientes escolares e universitários, ainda de forma restrita. Naquele momento, predominava o enfoque instrumental, em que as TDICs eram vistas como ferramentas de apoio ao ensino tradicional (Valente, 1999). Com a popularização da internet e a expansão das políticas públicas de inclusão digital, sobretudo a partir dos anos 2000, esses recursos passaram a ser incorporados de maneira mais sistemática às práticas pedagógicas (LéVy, 2001). Nesse processo, a educação em ciências passou a explorar simulações, laboratórios virtuais e ambientes digitais que possibilitaram novas formas de visualização e compreensão de fenômenos complexos.

A partir da consolidação de dispositivos móveis e o desenvolvimento de plataformas digitais mais acessíveis, ampliaram-se as oportunidades de integrar TDICs ao ensino em diferentes níveis de escolaridade. O cenário recente, marcado pela intensificação do uso de tecnologias durante a pandemia da COVID-19, evidenciou tanto o potencial transformador das TDICs quanto as desigualdades estruturais relacionadas ao acesso e à formação docente (Arruda, 2022). Nesse sentido, torna-se cada vez mais relevante investigar como tais ferramentas vêm sendo incorporadas ao ensino de ciências e quais impactos geram no processo formativo dos estudantes.

No caso específico da Química, a relevância do tema é ainda mais evidente. Trata-se de uma disciplina caracterizada pela abstração de modelos teóricos e pela necessidade de articular

conceitos que vão além da observação direta da realidade. Recursos tecnológicos, como softwares de modelagem molecular, simulações de reações, plataformas interativas e recursos audiovisuais, permitem transpor barreiras cognitivas impostas pela complexidade da disciplina, favorecendo o aprendizado por meio de representações mais próximas da compreensão dos alunos (Santos and Mortimer, 2001). Além disso, as TDICs possibilitam a realização de experimentações virtuais seguras e acessíveis, especialmente em contextos escolares com infraestrutura laboratorial limitada. Assim, a integração entre Química e TDICs representa não apenas um recurso didático, mas também uma estratégia de democratização do acesso ao conhecimento científico.

Entretanto, a presença de tecnologias digitais no ambiente educacional, por si só, não garante melhorias nos processos de ensino e aprendizagem. Sua efetividade depende da intencionalidade pedagógica, do planejamento docente, da adequação dos recursos às necessidades dos estudantes e da infraestrutura disponível nas instituições de (Kenski, 2003; De AraúJo and Vasconcelos, 2025). Fatores como a formação contínua dos professores, políticas públicas consistentes e condições equitativas de acesso às tecnologias são fundamentais para que as TDICs possam de fato contribuir para o avanço da educação científica. Nesse contexto, surge a problemática central desta pesquisa: como as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) têm sido utilizadas no ensino de Ciências, com ênfase na Química, e quais impactos apresentam na aprendizagem dos estudantes?

A fim de atender a essa problemática e aos objetivos desta investigação, realizou-se uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) em repositórios acadêmicos/bases como Google Scholar e Periódicos CAPES (SciELO), considerando artigos publicados nos últimos quatro anos, até 2025. Essa estratégia possibilitou reunir, organizar e analisar de forma sistemática, permitindo identificar tendências, contribuições e desafios discutidos na literatura recente. Ao mapear esse cenário, busca-se oferecer uma visão ampla sobre as práticas pedagógicas mediadas por tecnologias digitais, subsidiando reflexões e orientando futuras investigações na área.

O presente trabalho está estruturado em seções que compreendem: a introdução e apresentação geral da temática; a fundamentação teórica que sustenta a discussão; a metodologia, com a descrição detalhada da RSL; os resultados e discussões, que apresentam e analisam os achados da pesquisa; e as considerações finais, nas quais são sintetizadas as principais conclusões e indicadas perspectivas para novos estudos.

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar uma revisão sistemática da literatura (RSL) em bases acadêmicas como Google Scholar e Periódicos CAPES (SciELO), reunindo, organizando e analisando estudos publicados nos últimos quatro anos sobre o uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) no ensino de Ciências, com ênfase na Química, a fim de identificar tendências, contribuições e desafios presentes na literatura recente.

1.1.2 Objetivos Específicos

a) Mapear a produção científica nacional recente (2022–2025) sobre o uso de TDICs no ensino de Ciências, com ênfase na Química, em bases como SciELO e Google Scholar.
b) Selecionar e sistematizar os artigos de acordo com critérios de inclusão, exclusão e qualidade metodológica.
c) Identificar as principais práticas pedagógicas mediadas por TDICs relatadas nos estudos analisados.
d) Analisar as contribuições, potencialidades e limitações do uso das tecnologias digitais no ensino de Química.
e) Apontar tendências atuais, lacunas de pesquisa e recomendações para a integração das TDICs em contextos educacionais.
f) Subsidiar reflexões e orientar futuras investigações sobre a temática, reforçando o papel das TDICs na melhoria do processo de ensino-aprendizagem.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Conceito de TDICs

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) representam um conjunto de recursos, dispositivos e processos digitais que mediam a produção, o acesso, a circulação e a apropriação de informações na sociedade contemporânea. Sua inserção na educação vai além da dimensão instrumental, estando associada a novas formas de interação, comunicação e aprendizagem. As TDICs devem ser compreendidas como elementos estruturantes de uma cultura digital que modifica os processos de ensino e aprendizagem, exigindo práticas inovadoras (Kenski, 2003). O potencial pedagógico das tecnologias depende de sua integração crítica e planejada às metodologias de ensino, e não apenas do uso esporádico de ferramentas (De AraúJo and Vasconcelos, 2025).

Em perspectiva mais ampla, a cibercultura estabelece um novo regime de conhecimento baseado na interconexão e na inteligência coletiva, impactando diretamente os processos educativos (LéVy, 2001). No campo pedagógico, modelos como o TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) oferecem uma base teórica para compreender como o domínio tecnológico deve ser articulado ao conhecimento pedagógico e ao conhecimento do conteúdo para promover práticas de ensino eficazes (Mishra and Koehler, 2006). Portanto, o conceito de TDICs aplicado à educação deve ser entendido como a apropriação crítica das tecnologias digitais em consonância com objetivos pedagógicos e competências contemporâneas, especialmente no ensino de ciências e química.

2.2 Principais ferramentas e recursos utilizados no ensino

A literatura aponta uma variedade de recursos digitais empregados em contextos educativos, com destaque para o ensino de ciências. Entre eles, encontram-se simulações computacionais, softwares de modelagem molecular, laboratórios virtuais, ambientes virtuais de aprendizagem, jogos digitais e recursos multimídia interativos. A dificuldade que os alunos encontram em transitar entre os níveis macroscópico, microscópico e simbólico da Química, e ferramentas digitais como softwares de visualização molecular têm sido amplamente utilizadas para superar essas barreiras (Johnstone, 1993; Taber, 2013).

Simulações digitais ampliam a compreensão de conceitos abstratos, especialmente quando associadas a metodologias investigativas (Smetana and Bell, 2012). Os laboratórios virtuais oferecem vantagens como segurança, repetibilidade de experimentos e menor custo, sendo alternativas eficazes em escolas que não dispõem de infraestrutura adequada (Valente, 1999). Os ambientes virtuais de aprendizagem (AVA) permitem organização de conteúdos,

realização de atividades síncronas e assíncronas e criação de comunidades de aprendizagem, promovendo maior interação entre professores e alunos (Valente, 1999).

Além disso, recursos multimídia como vídeos, infográficos e animações dinamizam a apresentação de conteúdos, tornando-os mais acessíveis e atrativos. A gamificação e os jogos digitais também aparecem como recursos relevantes, capazes de aumentar a motivação dos alunos quando aplicados com intencionalidade pedagógica (Ramos *et al.*, 2024).

2.3 Pesquisas anteriores sobre a eficácia das TDICs

As evidências empíricas sobre o impacto das TDICs no ensino apontam resultados positivos, embora dependentes do contexto e da metodologia adotada. Uma meta-análise com base em quatro décadas de estudos, constatou que o uso das tecnologias digitais tem efeito positivo moderado sobre a aprendizagem, sendo mais eficaz quando associado a práticas pedagógicas consistentes (Tamim *et al.*, 2011). Em estudo semelhante no ensino superior, reforçam que os resultados das TDICs estão diretamente vinculados ao design instrucional e ao papel ativo do professor (Schmid *et al.*, 2014).

No ensino de Ciências, pesquisas destacam ganhos significativos com o uso de simulações e laboratórios virtuais, concluíram que tais recursos favorecem a aprendizagem conceitual e a transferência de conhecimentos quando combinados a discussões estruturadas e orientação docente (Smetana and Bell, 2012).

No caso específico da Química demonstraram que o uso de recursos computacionais contribui para a motivação dos alunos e a melhor compreensão das relações entre teoria e prática (De Almeida *et al.*, 2021). Ao possibilitar a contextualização social do conhecimento, as tecnologias podem apoiar decisões responsáveis e ampliar a alfabetização científica (Santos and Mortimer, 2001). Os recursos digitais que trabalham representações múltiplas favorecem a superação de concepções alternativas e apoiam aprendizagens mais profundas (Taber, 2013).

2.4 Marco legal (BNCC, LDB, políticas públicas sobre TDICs)

O arcabouço normativo brasileiro fornece diretrizes para a inserção das TDICs no ensino. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB (Lei nº 9.394/1996) estabelece a necessidade de atualização constante dos métodos e recursos didáticos, reforçando a importância da inovação tecnológica para a qualidade do ensino.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologada em 2017 para a Educação Básica, inclui a Competência Geral 5 – Cultura Digital, que prevê o uso crítico e ético das TDICs, incentivando os estudantes a utilizarem diferentes linguagens e ferramentas digitais para produzir, comunicar e compartilhar informações (Brasil, 2017). No componente curricular

de Ciências da Natureza, a BNCC orienta o desenvolvimento de práticas investigativas, resolução de problemas e análise de dados, todos fortemente relacionados ao uso de recursos tecnológicos.

Entre as políticas públicas, destaca-se a Política de Inovação Educação Conectada (PIEC), instituída pelo Decreto nº 9.204/2017, cujo objetivo é universalizar o acesso à conectividade e integrar as tecnologias digitais ao cotidiano escolar. Mais recentemente, a Política Nacional de Educação Digital (PNED), instituída pela Lei nº 14.533/2023, estabelece diretrizes para a inclusão, a qualificação e a transformação digital, reforçando a necessidade de formação docente para uso crítico e pedagógico das tecnologias. Complementarmente, a Resolução CNE/CP nº 2/2019, que define as Diretrizes Curriculares para a Formação de Professores, destaca a importância do desenvolvimento de competências digitais na prática pedagógica (EducaçãO, 2019).

Assim, observa-se que tanto a legislação quanto as políticas públicas brasileiras fornecem bases sólidas para a integração das TDICs ao ensino de Ciências e Química, embora ainda sejam necessários investimentos em infraestrutura, formação docente e equidade de acesso, aspectos também evidenciados por organismos internacionais, desigualdades no acesso às tecnologias como um dos grandes desafios para a educação contemporânea (Arruda, 2022).

3 METODOLOGIA

A revisão sistemática da literatura (RSL) constitui um tipo de pesquisa que se propõe a examinar, de forma estruturada e criteriosa, a produção científica já existente sobre uma temática específica. (Campos *et al.*, 2023; Kramm and Luna, 2025). Nesse contexto, a presente investigação adotou a RSL como estratégia de análise, orientando-se por procedimentos sistematizados para a seleção e avaliação das referências científicas, a fim de responder adequadamente às questões de pesquisa propostas.

3.1 Definição do Campo de Estudo

Para a organização da RSL, seguimos a extensão de 2018 do PRISMA-ScR (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses – Extension for Scoping Reviews), que propõe um processo estruturado composto por etapas bem definidas. Esse protocolo contempla critérios explícitos de inclusão e exclusão, bem como uma avaliação rigorosa da qualidade das evidências (Bastos *et al.*, 2025). A pesquisa concentra-se no OP-SAR, o que orientou tanto a estratégia de busca quanto a seleção das bases de dados.

3.2 Seleção das Bases de Dados e Estratégia de Busca

Os repositórios acadêmicos Google Scholar e Periódicos CAPES (SciELO) foram selecionados como principais fontes deste estudo. A estratégia de busca nessas bases foi conduzida por meio de duas consultas bem definidas, utilizando um conjunto de palavras-chave.

Os resultados foram filtrados de modo a incluir apenas publicações classificadas como “artigos”, excluindo-se aquelas fora do período de seleção compreendido entre 2022 - 2025. Ao final do processo, foi gerado um relatório das buscas realizadas (ver Tabela 1).

Tabela 1 – Conjunto de palavras-chave utilizadas nas bases de dados: (I) Periódicos CAPES (SciELO) e (II) Google Scholar

CONJUNTO DE PALAVRAS-CHAVE #I	
“Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação” or “TDICs” and “Ensino de Química”	
CONJUNTO DE PALAVRAS-CHAVE #II	
“Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação” and “TDICs” and “Ensino de Química”	
Nº DA PESQUISA	**CONSULTA DE PESQUISA**
1	[Refinar] por Tipos de Documentos: Artigo
2	[Excluir] por Anos de Publicação: 2022–2025

Fonte: Elaboração própria dos autores (2025)

O mapeamento dos dados foi realizado com o apoio do aplicativo Rayyan Systematic Review (Ouzzani *et al.*, 2016), desenvolvido pelo Qatar Computing Research Institute (QCRI). A ferramenta permite avaliação colaborativa, revisão por especialistas e identificação automática de duplicatas, otimizando o processo de revisão sistemática. Além disso, inclui um recurso de "desduplicação" que verifica se há duplicatas ao carregar o relatório no banco de dados, com base no título, periódico e/ou ano de publicação.

Para assegurar maior rigor metodológico, foram estabelecidos critérios de qualidade, aos quais se atribuíram pontuações específicas, em conformidade com os estudos de Bastos e colaboradores (2025), conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Critérios de Inclusão e Exclusão adotados na Revisão Sistemática

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO		**CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO**	
CI.1.	Artigos completos disponíveis em bases SciELO e Google Scholar, relacionados ao uso de TDICs no ensino de Química ou Ciências.	CE.1.	Artigos duplicados.
CI.2.	Artigos publicados em língua portuguesa.	CE.2.	Não atendimento aos critérios de inclusão.
CI.3.	Artigos publicados em periódicos com DOI	CE.3.	Trabalhos não publicados em periódicos (TCCs, dissertações, resumos de eventos).

Fonte: elaboração própria dos autores (2025)

3.3 Critérios de Qualidade adotados para a avaliação dos artigos

Com o intuito de assegurar maior rigor metodológico, foram definidos critérios de qualidade, conforme estudos de Bastos e colaboradores (2025), aplicados aos artigos selecionados na revisão. Esses critérios possibilitaram avaliar a consistência, a relevância e a contribuição científica de cada estudo para os objetivos da pesquisa.

A avaliação foi realizada mediante um sistema de escores, no qual cada critério poderia receber: 1 escore (sim), quando plenamente atendido; 0,5 escore (parcialmente), quando atendido de forma incompleta; e 0 escore (não), quando não contemplado. Esse procedimento permitiu classificar os artigos segundo sua qualidade metodológica, assegurando maior confiabilidade na análise dos resultados, ver Tabela 3.

Tabela 3 – Critérios de Qualidade e Classificação dos Artigos (foco em Química). As cores destacam os níveis de qualidade metodológica atribuídos aos artigos analisados: (a) Verde, indica alta qualidade (≥ 75% da pontuação total); (b) Laranja, corresponde à qualidade intermediária (50%–74% da pontuação total); e (c) Azul, refere-se à baixa qualidade (< 50% da pontuação total).

	CRITÉRIO	**SIM (1 escore)**	**PARCIAL (0,5 escore)**	**NÃO (0 escore)**
I)	Presença, no título, das palavras-chave (ou sinônimos): TDICs, Ensino, Ciências, Química.			
II)	Metodologias aplicadas ao uso das TDICs no ensino de Química.			
III)	Relato de experiências ou aplicações de professores e/ou alunos com o uso de TDICs no ensino de Química.			
IV)	Exemplos de TDICs utilizadas como recurso pedagógico no ensino de Química.			
V)	Abordagem de contribuições e resultados obtidos a partir do uso de TDICs no ensino de Química.			
	CLASSIFICAÇÃO FINAL (PONTUAÇÃO TOTAL):	≥ 75% = alta qualidade **(a)**	50%–74% = Qualidade intermediária **(b)**	< 50% = Baixa qualidade **(c)**

Fonte: adaptado de Bastos (2025).

3.4 Abordagem Quantitativa e Qualitativa da Análise

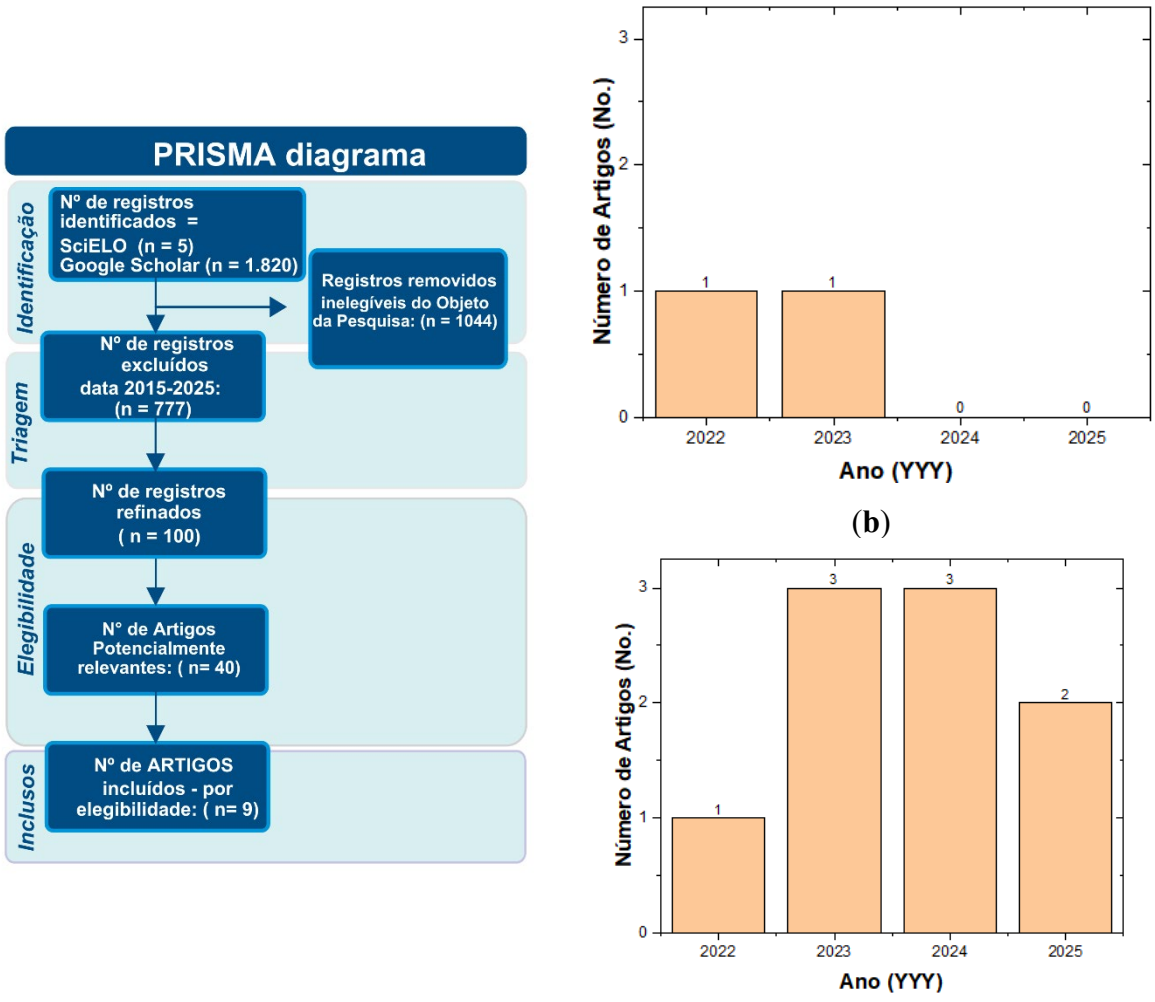
Para a etapa de análise, foi utilizado o programa ORIGIN foi aplicado à tabulação e processamento dos dados, permitindo a elaboração de representações gráficas e o tratamento estatístico necessário. Essa abordagem integrada, combinando técnicas quantitativas e qualitativas, garantiu maior robustez à interpretação dos resultados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Descrição e análise de dados

Uma coleta inicial de 1.825 artigos foi identificada durante a revisão das pesquisas sobre OP-SAR, utilizando a abordagem PRISMA-ScR, conforme apresentado no fluxograma (Figura 1a). A Figura 1b apresenta os principais resultados da coleção de artigos obtidos no SciELO, enquanto a Figura 1c reúne os resultados obtidos do Google Scholar.

Figura 1 – (**a**) Fluxograma PRISMA-ScR ilustrando o processo de identificação e seleção dos artigos na base de dados; (**b**) Principais resultados da coleção de artigos obtidos no SciELO (Periódicos CAPES); (**c**) Principais resultados da coleção de artigos obtidos no Google Scholar.



(**a**) (**b**) (**c**)

Fonte: elaboração própria dos autores (2025)

4.2 Artigos Selecionados para Análise

Para fins de identificação, os artigos foram codificados conforme a base de dados de origem: ASC para artigos provenientes da base SciELO (ex.: *ASC01*) e AGS para artigos oriundos da base Google Scholar (ex.: *AGS01*), ver Tabela 4. A partir dos critérios estabelecidos, cada artigo alcançou uma pontuação variando de 0 a 5 (ver Tabela 3). Definiu-se como nota de corte o valor igual ou superior a 3 pontos, de modo a garantir a seleção apenas daqueles que apresentassem qualidade metodológica satisfatória. Assim, dos quarenta artigos inicialmente incluídos, aqueles que obtiveram pontuação inferior a 3 foram desclassificados. Como resultado, permaneceram nove artigos selecionados, considerados adequados segundo os critérios de inclusão e de qualidade.

Tabela 4 – Identificação e características dos artigos selecionados nas bases SciELO e Google Scholar.

N°	ID	TÍTULO	AUTOR/ ANO	FONTE	DOI	ESCORE
1	ASC01	Uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TDIC) como Recursos Pedagógicos para o Ensino de Climatologia: Estudo de caso na Região Metropolitana de Fortaleza, CE	(Silva *et al.*, 2022)	Revista Brasileira de Meteorologia	10.1590/0102-77863710025	5,0
2	AGS01	Laboratório em Casa: Integração de Tecnologias Digitais e Práticas Investigativas no Ensino Médio Durante a Pandemia de COVID-19	(CorrêA *et al.*, 2025)	Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas	10.17921/2447-8733.2025v26n1p69-75	3,5
3	AGS02	APLICATIVOS DE REALIDADE AUMENTADA COMO RECURSOS DIDÁTICOS DIGITAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA	(Melo and Leite, 2025)	Revista Ciências & Ideias	10.22407/2176-1477/2025.v16.2736	5,0
4	AGS03	EXPLORANDO O APRENDIZADO DE CIÊNCIAS A PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO VIA INTERNET CONTENDO VÍDEOS EDITADOS PARA PROJEÇÕES HOLOGRÁFICAS E CONTEÚDOS CORRELATOS	(Nogueira *et al.*, 2024)	Revista Contemporânea	10.56083/RCV4N5-005	5,0
5	AGS04	Sequência didática investigativa com o uso das TDIC: uma proposta para aulas de química no ensino médio	(Duarte *et al.*, 2024)	Cuadernos De Educación Y Desarrollo	10.55905/cuadv16n10-158	5,0

6	AGS05	Potencializando a aprendizagem da tabela periódica por meio do Ptable	(Silva *et al.*, 2024)	Caderno Pedagógico	10.54033/cadpedv21n10-218	5,0
7	AGS06	Percepções de estudantes em relação a potencialidades e dificuldades no uso de memes como recurso didático analógico no ensino de Química	(Bonfim *et al.*, 2023)	Ensino e Tecnolgia em Resvista	10.3895/etr.v7n2.16704	5,0
8	AGS07	INSTAGRAM: UMA PROPOSTA DIGITAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA	(Ibiapina and GonçAlves, 2023)	Redoc	10.12957/redoc.2023.66274	5,0
9	AGS08	PRODUÇÃO E USO DE E-BOOK INTERATIVO NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA PARA O RECONHECIMENTO DA QUÍMICA NO ÂMBITO PROFISSIONAL.	(De Carvalho Borges and Capaci Rodrigues, 2023)	Ensino De Ciências E Tecnologia Em Revista – ENCITEC	10.31512/encitec.v13i3.1274	5,0

Fonte: elaboração própria dos autores (2025)

A Tabela 5 sistematiza a identificação e as principais características dos artigos selecionados nas bases SciELO e Google Scholar, permitindo observar tendências comuns e especificidades de cada proposta.

Em relação ao público-alvo, todos os trabalhos concentram-se no Ensino Médio (1ª a 3ª série), em que a Química é introduzida de forma mais sistemática e, ao mesmo tempo, apresenta maiores dificuldades de abstração para os estudantes. Alguns estudos, entretanto, ampliam o alcance para professores de Ciências e graduandos (como em ASC01 e AGS07), o que evidencia preocupação também com a formação docente e a divulgação científica.

Tabela 5 – Identificação e características dos artigos selecionados nas bases

ID	PÚBLICO-ALVO	TDICs	OBJETIVO	PALAVRAS-CHAVES
ASC01	Professores de escolas públicas de ensino fundamental (6º ao 9º ano) e estudantes da 3ª série do Ensino Médio em Fortaleza–CE	Sensoriamento Remoto (Google Earth, Google Maps, Google Earth Studio, QGIS), aplicativos educacionais (ClimaCE, SOS Chuva, MapSAT), softwares educativos, plataformas digitais (Google Meet, internet, streamings, jogos digitais, aplicativos de mensagens).	Analisar como o uso das TDICs e das técnicas de sensoriamento remoto pode contribuir para o ensino de Climatologia, em especial no estudo das ilhas de calor urbanas, e apoiar professores e estudantes no processo de ensino-aprendizagem.	TDIC; ensino; climatologia
AGS01	1ª e 2ª série do Ensino Médio SEE-MG	YouTube, Instagram, Facebook, Google Sites, vídeos digitais, concurso online (Laboratório em Casa)	Promover práticas investigativas no ensino de Ciências (incluindo Química), integrando TDICs aos Planos de Estudos Tutorados (PETs).	Ensino Remoto; TDIC; Tendências Educacionais; Experimentação;

AGS02	Estudantes da 1ª série do Ensino Médio - Recife/PE	Aplicativos de Realidade Aumentada (RA) — Química Aumentada, Atom Visualizer, QuímicAr e Chemistry AR	Investigar as percepções dos estudantes do ensino médio sobre os limites e possibilidades do uso de aplicativos de RA em Química.	Realidade Aumentada; Aplicativos; Ensino de Química; Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação; Ensino Médio
AGS03	19 estudantes da 3ª série do Ensino Médio do Colégio Monteiro Lobato, em Coaraci/BA	Aplicativo via internet (Kodular Creator + Firebase), vídeos editados para projeções holográficas, pirâmide holográfica	Desenvolver e aplicar recurso didático baseado em holografia e aplicativo digital, para potencializar o aprendizado de conteúdos de Química e Ciências que exigem alto nível de abstração (como estrutura atômica, geometria molecular e funções orgânicas)	Aplicativo; holografia; ensino de química; TDIC
AGS04	Estudantes da 1ª série do Ensino Médio (25 alunos, Criciúma/SC)	Simuladores interativos (PhET – Balanceamento de Equações Químicas, Tipos de Reação) + Google Formulários	Propor, construir e aplicar uma Sequência Didática Investigativa (SDI) apoiada em simuladores interativos.	Ensino de Química; TDIC; Sequências Didáticas Investigativas; simulações interativas.
AGS05	Estudantes da 1ª série do Ensino Médio (29 alunos, Boa Vista/RR)	Ptable (tabela periódica interativa online), vídeo "A História Química da Humanidade", WhatsApp, Datashow e celulares	Potencializar o aprendizado da Tabela Periódica com TDICs	Ensino de Ciências; Tecnologias digitais; Ensino Médio.
AGS06	Estudantes da 1ª série (20 participantes) do Ensino Médio (escola pública, Londrina/PR)	Memes digitais relacionados à Química, produzidos e compartilhados em redes sociais (Instagram @iloveyouquimica)	Investigar potencialidades e dificuldades no uso de memes como recurso didático no ensino de Química	Ensino de Ciências; Tecnologias digitais; Ensino Médio
AGS07	Estudantes e público em geral (seguidores de página de divulgação científica)	Instagram (memes + ferramenta "Teste" do Stories)	A presentar potencial pedagógico e de divulgação científica do Instagram para complementar o ensino de Química, engajar estudantes e combater fake news	Redes sociais virtuais; Tecnologias digitais de informação e comunicação; Tecnologias na educação; Ensino de Química
AGS08	58 estudantes da 1ª, 2ª e 3ª série do Ensino Médio do Colégio Sarah Dawsey, bairro Tijuca – Rio de Janeiro/RJ	E-book interativo (em PDF, acessível em computadores e smartphones), Google Forms para coleta de dados	Analisar o e-book como recurso pedagógico para contextualizar o ensino de Química e destacar sua relação com diferentes profissões (Medicina, Direito, Engenharia, Agronomia e Psicologia)	e-book; educação; ensino de Química; profissões

Fonte: elaboração própria dos autores (2025)

4.3 Análise dos Artigos a partir dos Critérios da RSL

Neste tópico, apresenta-se a análise dos artigos selecionados, estruturada de acordo com as questões norteadoras definidas na RSL.

4.3.1 Presença, no título, das palavras-chave (ou sinônimos): TDICs, Ensino, Ciências, Química.

Este critério teve como finalidade verificar se os títulos dos artigos analisados apresentavam, de forma explícita, as palavras-chave "TDICs, Ensino, Ciências e Química", ou ainda sinônimos e variações como Tecnologias Digitais, Recursos Digitais, Educação em Ciências e Ensino de Química. A presença desses termos nos títulos evidencia a aderência do estudo ao objeto de investigação desta revisão, ver tabela 6.

Foi observado que todos os artigos incluídos atenderam a esse critério, trazendo em seus títulos, no mínimo, uma combinação entre ensino de Química e TDICs, o que reforça a pertinência temática e a adequação das publicações aos objetivos propostos pela RSL. Termos como Ensino de Química, Ensino de Ciências, Tecnologias Digitais, Realidade Aumentada, Simuladores Digitais, Holografia, Memes e Redes Sociais apareceram de forma recorrente, refletindo a diversidade de abordagens tecnológicas aplicadas ao ensino.

Tabela 6 - Presença de palavras-chave nos títulos dos artigos (Critério I)

ID	Palavras-chave no título (TDICs, Ensino, Ciências, Química ou variações)	Atende ao critério?	
		SIM	NÃO
ASC01	Ensino de Climatologia; Tecnologias Digitais	X	
AGS01	Ensino de Ciências; Tecnologias Digitais	X	
AGS02	Ensino de Química; Realidade Aumentada	X	
AGS03	Ensino de Química; Holografia	X	
AGS04	Ensino de Química; Simuladores Digitais	X	
AGS05	Ensino de Química; Tabela Periódica; Ptable	X	
AGS06	Ensino de Ciências; Memes Digitais	X	
AGS07	Ensino de Química; Instagram	X	
AGS08	Ensino de Química; E-book	X	

Fonte: elaboração própria dos autores (2025)

4.3.2 Metodologias aplicadas ao uso das TDICs no ensino de Química.

Este critério buscou identificar se os artigos analisados apresentavam metodologias pedagógicas estruturadas a partir do uso de TDICs no ensino de Química. A análise permitiu verificar como as tecnologias foram aplicadas em práticas concretas de aprendizagem ativa, em consonância com as competências gerais da BNCC (Brasil, 2018) , que orientam o uso crítico e criativo das tecnologias digitais para potencializar o ensino de Ciências.

A Tabela 7 sintetiza as metodologias utilizadas nos artigos analisados, evidenciando a diversidade de estratégias didáticas apoiadas em TDICs. Identificou-se o uso de recursos de visualização, como Realidade Aumentada (AGS02), Holografia (AGS03) e Ptable (AGS05) e de ferramentas voltadas à experimentação virtual, como os simuladores PhET (AGS04, AGS08).

Também foram recorrentes metodologias de engajamento digital, baseadas em memes e redes sociais (AGS06, AGS07), além do uso de plataformas como Google Classroom, YouTube e e-books (ASC01, AGS01, AGS08), aplicadas em contextos presenciais e remotos. Em síntese, a tabela mostra que todos os artigos aplicaram as TDICs como recursos pedagógicos estruturados, contribuindo para aprendizagens mais ativas, contextualizadas e motivadoras.

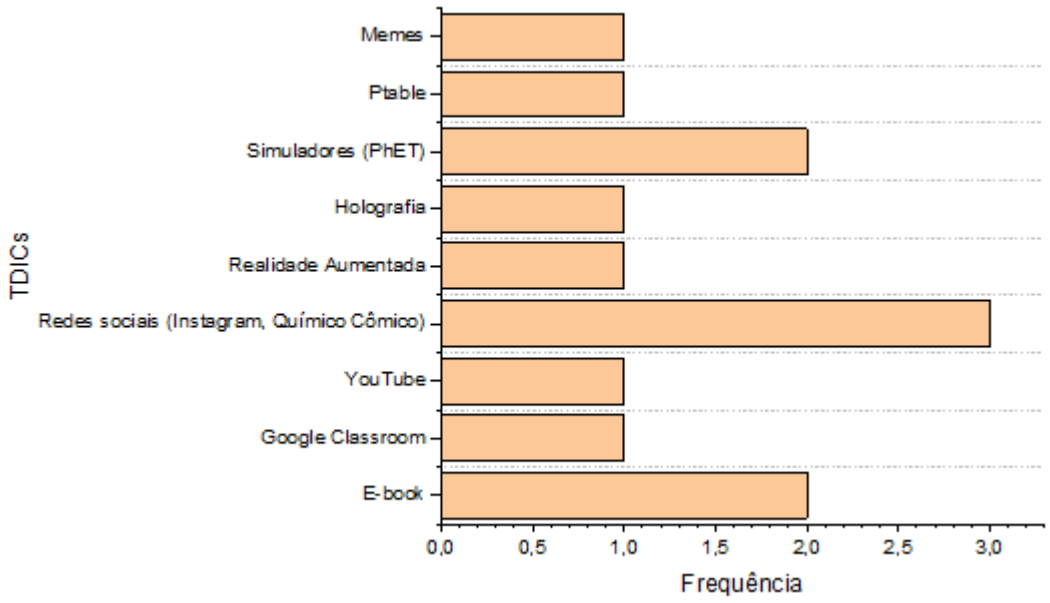
Tabela 7 – Metodologias aplicadas ao uso das TDICs no ensino de Química

ID	METODOLOGIA APLICADA	TDICS UTILIZADAS
ASC01	Uso de Google Classroom e E-book como apoio didático em ensino remoto.	Google Classroom, E-book
AGS01	Uso de YouTube e redes sociais em atividades investigativas	YouTube, Redes sociais
AGS02	Aprendizagem tecnológica ativa com aplicativos de Realidade Aumentada.	Aplicativos de Realidade Aumentada
AGS03	Metodologia inovadora com holografia e aplicativo digital.	Holografia, Aplicativo digital
AGS04	Sequência Didática Investigativa apoiada em simuladores (PhET).	Simuladores (PhET)
AGS05	Uso do Ptable como recurso interativo para estudo da Tabela Periódica.	Ptable (tabela periódica digital)
AGS06	Produção e análise de memes digitais aplicados ao ensino de Química	Memes digitais, Instagram
AGS07	Uso de Instagram (memes, quizzes e divulgação científica)	Instagram, Memes, Quizzes
AGS08	Sequência Didática Investigativa com e-book interativo e simuladores (PhET).	E-book interativo, Simuladores (PhET)
AGS09	Uso de Google Classroom e E-book como apoio didático em ensino remoto	Google Classroom, E-book

Fonte: elaboração própria dos autores (2025)

Conforme mostra a Figura 2, as redes sociais foram os recursos digitais mais utilizados nos artigos analisados, seguidas pelos simuladores interativos e e-books, enquanto as demais TDICs apareceram em menor frequência.

Figura 2 – Frequência das TDICs utilizadas nos artigos analisados



4.3.3 Relato de experiências ou aplicações de professores e/ou alunos com o uso de TDICs no ensino de Química.

Este critério buscou identificar se os artigos analisados apresentavam relatos de experiências concretas ou aplicações práticas de TDICs em contextos reais de ensino, envolvendo professores e/ou estudantes.

Destacam-se experiências que facilitaram a visualização de conceitos abstratos, como os modelos atômicos e orbitais, por meio da Realidade Aumentada (AGS02) e da holografia (AGS03). Da mesma forma, os simuladores PhET (AGS04 e AGS08) foram utilizados em sequências didáticas investigativas, estimulando o raciocínio crítico e a autonomia dos estudantes. O Ptable (AGS05) mostrou-se útil na compreensão da Tabela Periódica, enquanto os memes e o Instagram (AGS06, AGS07) aproximaram a Química do universo digital dos alunos, favorecendo a motivação e o engajamento. Já os trabalhos que exploraram Google Classroom, e-books e YouTube (ASC01, AGS01, AGS08) demonstraram a importância das plataformas digitais no suporte a atividades remotas, híbridas e presenciais.

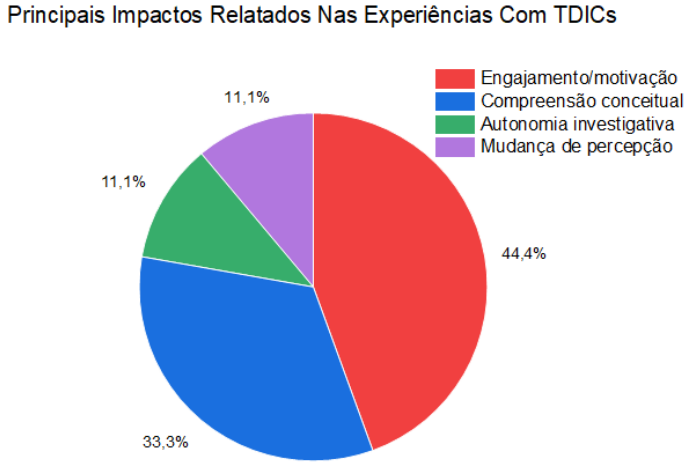
A Tabela 8 apresenta os relatos de experiências descritos nos artigos analisados, envolvendo professores e estudantes em diferentes contextos de ensino. Observa-se que todos os artigos apresentam aplicações práticas de TDICs, o que demonstra o compromisso da produção científica com a experimentação e não apenas com propostas teóricas.

Tabela 8 – Relatos de experiências com o uso de TDICs no ensino de Química

ID	PÚBLICO-ALVO	APLICAÇÃO	RESULTADOS PRINCIPAIS
ASC01	Estudantes do Ensino Médio	Uso de Google Classroom e e-book em atividades remotas	Engajamento em atividades remotas; apoio à aprendizagem
AGS01	Estudantes do Ensino Médio	Atividades investigativas com vídeos do YouTube e redes sociais	Maior motivação e compreensão de fenômenos químicos
AGS02	Estudantes da 1ª série do Ensino Médio	Aplicativos de Realidade Aumentada para explorar modelos atômicos	Facilidade na compreensão de conceitos abstratos
AGS03	Estudantes da 3ª série do Ensino Médio	Projeções holográficas e aplicativo digital para visualização molecular	Visualização de estruturas químicas complexas
AGS04	Estudantes do Ensino Médio	Sequência didática com simuladores (PhET)	Desenvolvimento do raciocínio investigativo e autonomia
AGS05	Estudantes do Ensino Médio	Exploração da Tabela Periódica digital (Ptable) em atividades práticas	Melhora na compreensão da Tabela Periódica
AGS06	Estudantes do Ensino Médio	Produção e análise de memes digitais sobre conteúdos químicos	Aproximação da Química à cultura digital dos estudantes
AGS07	Estudantes do Ensino Médio e professores	Uso de Instagram com memes, quizzes e divulgação científica	Engajamento e participação ativa dos alunos
AGS08	Estudantes do 1ª a 3ª série do Ensino Médio	Aplicação de e-book interativo e simuladores (PhET) para contextualização	Mudança na percepção da Química e relação com profissões

A Figura 3 mostra os impactos mais recorrentes do uso das TDICs no ensino de Química. O destaque foi para o engajamento/motivação (44,4%), seguido pela compreensão conceitual (33,3%), ambos essenciais para a aprendizagem em Ciências. Em menor proporção, surgem a autonomia investigativa e a mudança de percepção da disciplina (11,1% cada), que, embora menos frequentes, revelam o potencial das TDICs para promover protagonismo estudantil e novas formas de relação com a Química.

Figura 3 – Principais Impactos Relatados Nas Experiências Com TDICs



Fonte: Elaborado pelos autores.

4.3.4 Exemplos de TDICs utilizadas como recurso pedagógico no ensino de Química

Este critério identifica os exemplos de TDICs aplicadas como recursos pedagógicos no ensino de Química, classificando-os em categorias segundo sua função didática e relacionando-os às orientações da BNCC.

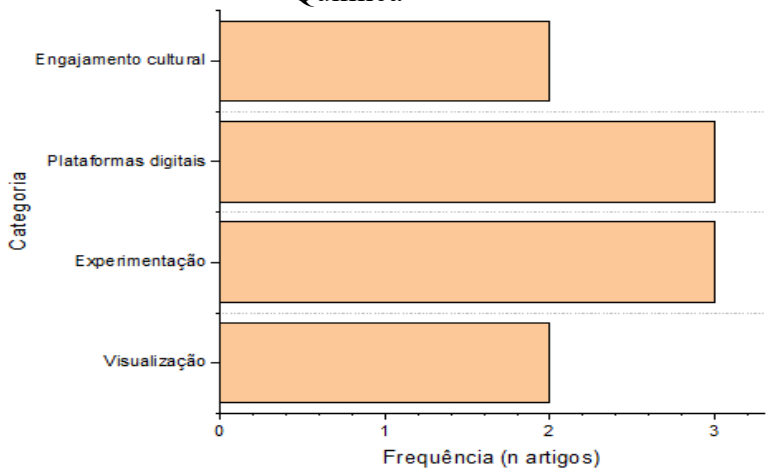
A Tabela 8 e a Figura 4 mostram a diversidade de TDICs utilizadas no ensino de Química, agrupadas em quatro categorias. Os recursos de visualização (RA, holografia, modelos 3D) facilitaram a compreensão de conceitos abstratos, enquanto as ferramentas de experimentação (PhET, Ptable) possibilitaram práticas investigativas em contextos de baixo custo. As plataformas digitais (Google Classroom, YouTube, e-books) contribuíram para a organização e ampliação do acesso a conteúdo, e os recursos de engajamento cultural (memes, redes sociais) aproximaram a Química do cotidiano dos estudantes. De modo geral, as TDICs atuaram de forma complementar, confirmando seu potencial como mediadoras da aprendizagem, em consonância com a BNCC.

Tabela 9 – Exemplos de TDICs utilizadas no ensino de Química

CATEGORIA	EXEMPLOS DE TDICS	FUNÇÃO PEDAGÓGICA
Visualização	Realidade Aumentada, Holografia, Modelos 3D	Facilitar a compreensão de conceitos abstratos e estruturas químicas complexas
Experimentação	PhET, Ptable, Simuladores Virtuais	Favorecer a experimentação virtual e o raciocínio investigativo em situações de baixo custo
Plataformas digitais	Google Classroom, E-books, YouTube	Apoiar o ensino híbrido, ampliar o acesso a conteúdos e organizar atividades remotas
Engajamento cultural	Memes, Instagram, Redes sociais	Aproximar a Química da realidade dos estudantes, promovendo engajamento e motivação

Fonte: elaboração própria dos autores (2025)

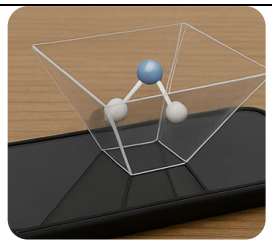
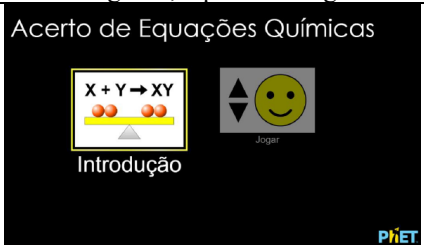
Figura 4 – Categorias e exemplos de TDICs utilizadas como recurso pedagógico no ensino de Química

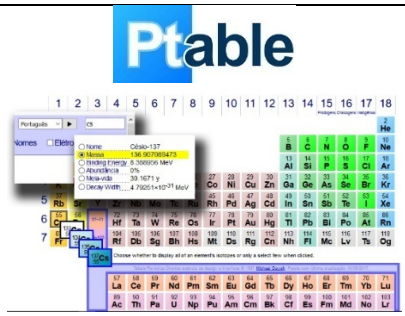
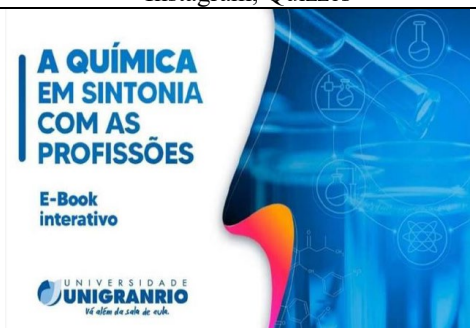


4.3.5 Abordagem de contribuições e resultados obtidos a partir do uso de TDICs no ensino de Química.

Este critério buscou identificar as principais contribuições e resultados pedagógicos relatados nos artigos a partir da integração das TDICs ao ensino de Química. De modo geral, todos os estudos analisados evidenciaram impactos positivos, embora com diferentes enfoques e níveis de aprofundamento, ver Tabela 10.

Tabela 10 – Síntese dos resultados do uso das TDICs nos artigos analisados

ID	TDICS UTILIZADAS	PRINCIPAIS RESULTADOS
ASC01	 Fonte: Classroom (2025). Google Classroom, E-book	O uso das TDICs no ensino fundamental ainda é incipiente e irregular, apesar da adoção de ferramentas como Google Classroom e e-books durante a pandemia. Mesmo assim, os resultados indicaram avanços na organização do ensino remoto, no acesso a conteúdos digitais e na compreensão de fenômenos, refletindo-se inclusive em melhores desempenhos em avaliações externas.
AGS01	 Fonte: Instragram (2025); YouTube (2025). Redes sociais, YouTube	O uso do YouTube e das redes sociais no ensino de Química favoreceu a motivação dos estudantes. Os alunos passaram a demonstrar maior interesse e melhor compreensão de fenômenos químicos por meio de recursos audiovisuais.
AGS02	 Fonte: XYZ APP. *Aplicativo de Realidade Aumentada*. Captura de tela. 2025. Aplicativos de Realidade Aumentada	O uso de aplicativos de Realidade Aumentada possibilitou a visualização em 3D de átomos e moléculas, o que facilitou a visualização e compreensão de conceitos abstratos, tradicionalmente difíceis de aprender. O que facilitou a visualização e compreensão de conceitos abstratos, tradicionalmente difíceis de aprender.
AGS03	 Fonte: (Nogueira *et al.*, 2024) Holografia, Aplicativo digital	A aplicação de holografia e aplicativos digitais favoreceu a visualização de estruturas químicas complexas e aumentou a motivação dos alunos. Os alunos mostraram-se mais engajados e motivados, indicando maior interesse em explorar os conteúdos.
AGS04	 Fonte: PhET Colorado. *Aplicativo de simulação virtual*. Captura de tela. 2025. Simuladores (PhET)	A utilização dos simuladores PhET estimulou o raciocínio crítico e a autonomia investigativa, promovendo um aprendizado mais ativo e exploratório. Os estudantes passaram a desenvolver maior autonomia na exploração de fenômenos químicos.

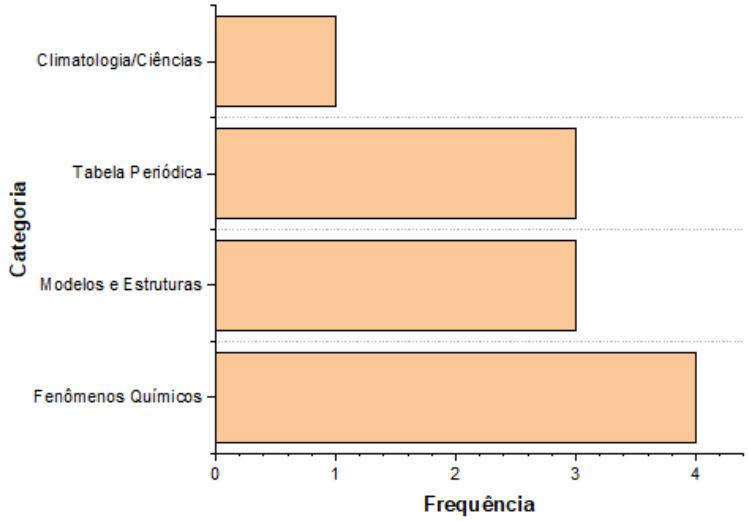
AGS05	 Fonte: Ptable. *Aplicativo de tabela periódica*. Captura de tela. 2025. Ptable (tabela periódica digital)	O uso do Ptable (tabela periódica digital) contribuiu para a melhora na compreensão da organização periódica dos elementos e no aprendizado conceitual. Os alunos relataram melhora na compreensão conceitual e maior facilidade em relacionar propriedades dos elementos.
AGS06	 Personagem Aquaman do Universo Cinematográfico da DC  Personagem Raj de The Big Bang Theory fantasiado de Aquaman Fonte: (Bonfim *et al.*, 2023) Memes digitais	A produção e análise de memes digitais aproximaram a Química da cultura digital dos estudantes, aumentando o engajamento com os conteúdos de Conceitos básicos de Química geral (reações e transformações químicas e estimulando o interesse em discutir conceitos científicos de forma criativa.
AGS07	 Fonte: (Ibiapina and GonçAlves, 2023) Instagram, Quizzes	O uso do Instagram e de quizzes interativos incentivou os alunos a participarem ativamente das aulas (Conteúdos introdutórios de Química (tabela periódica, ligações químicas, conceitos gerais), promovendo maior interação com os conteúdos. Essa abordagem reforçou a motivação e deixou as aulas mais dinâmicas e próximas da realidade digital dos estudantes.
AGS08	 Fonte:(De Carvalho Borges and Capaci Rodrigues, 2023) E-book interativo, Simuladores (PhET)	O emprego de e-books interativos e simuladores PhET ampliou a contextualização interdisciplinar dos conteúdos (Conteúdos interdisciplinares - tabela periódica, soluções, reações químicas, experimentação virtual) e promoveu uma mudança na percepção dos alunos sobre a Química, que passaram a enxergar a disciplina como mais útil e conectada ao seu cotidiano.

Os artigos analisados evidenciaram diferentes contribuições das TDICs no ensino de Química. Recursos como YouTube, memes e redes sociais (AGS01, AGS06, AGS07) ampliaram a motivação e o engajamento dos estudantes. Ferramentas de visualização, como Realidade Aumentada, holografia e Ptable (AGS02, AGS03, AGS05), favoreceram a

compreensão de conteúdos abstratos. Os simuladores digitais PhET (AGS04, AGS08) estimularam a autonomia investigativa e o raciocínio crítico, enquanto o Google Classroom e e-books (ASC01) garantiram organização e apoio ao ensino remoto.

Conforme apresentado na Figura 5, o conteúdo mais recorrente foi Fenômenos Químicos (4 artigos), seguido por Modelos e Estruturas (3 artigos) e pela Tabela Periódica (3 artigos). Apenas um estudo (ASC01) abordou Ciências/Climatologia, destacando a interdisciplinaridade do uso das TDICs.

Figura 5 – Frequência dos conteúdos de Química (e Ciências) trabalhados com TDICs



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

De forma geral, os artigos analisados confirmam que o uso das TDICs no ensino de Química contribui não apenas para melhorar a aprendizagem conceitual, mas também para aproximar a disciplina da realidade dos estudantes, tornando-a mais significativa, motivadora e conectada ao seu cotidiano digital. Entretanto, os estudos também evidenciam desafios importantes, como a insuficiente formação de professores para o uso pedagógico das tecnologias, a desigualdade de acesso a equipamentos e internet, a dependência do planejamento metodológico para garantir resultados efetivos e a resistência à inovação em alguns contextos escolares.

Assim, os achados desta RSL demonstram que as tecnologias digitais assumem papel central como mediadoras da aprendizagem, favorecendo a integração entre visualização, experimentação, organização e engajamento cultural. Essa pluralidade reforça a relevância de investir na formação de professores para o uso pedagógico das TDICs e aponta para novas possibilidades de pesquisa e prática no ensino de Ciências e Química.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÔES

O estudo teve como finalidade analisar, por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL), as potencialidades e desafios do uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) no ensino de Ciências, com ênfase na Química. Os resultados evidenciam que o objetivo geral e os específicos foram alcançados, uma vez que foi possível mapear a produção científica recente, identificar metodologias pedagógicas, sintetizar impactos observados e apontar recomendações para a área.

De forma mais específica, constatou-se que as TDICs contribuem de maneira significativa para a aprendizagem em Química. Entre as principais potencialidades identificadas estão a facilitação da compreensão de conceitos abstratos, por meio de recursos como realidade aumentada, holografia e softwares de modelagem; o engajamento e a motivação dos estudantes, proporcionados pelo uso de redes sociais, vídeos e memes; o estímulo à autonomia investigativa, com destaque para simuladores virtuais como o PhET; além do apoio ao ensino remoto e híbrido por meio de plataformas digitais e e-books interativos. Essas tecnologias também favorecem a contextualização interdisciplinar e a democratização do acesso a práticas experimentais, sobretudo em contextos escolares com infraestrutura limitada.

Por outro lado, a pesquisa também apontou desafios que precisam ser considerados. Entre eles, destacam-se a formação insuficiente de professores para o uso pedagógico das TDICs, a desigualdade de acesso às tecnologias e à internet, a dependência do planejamento metodológico para que as ferramentas realmente gerem aprendizagens significativas e a resistência à inovação em alguns contextos. Além disso, constatou-se a carência de pesquisas longitudinais que avaliem os efeitos do uso das tecnologias a longo prazo.

Assim, recomenda-se investir na formação continuada de professores, ampliar políticas de inclusão digital, incentivar práticas interdisciplinares, desenvolver estudos longitudinais e explorar novas tecnologias emergentes, como inteligência artificial e realidade virtual, de forma crítica e pedagógica.

Conclui-se, portanto, que as TDICs são como instrumentos estratégicos para promover aprendizagens mais significativas, motivadoras e inclusivas no ensino de Química. Entretanto, sua efetividade depende de investimentos estruturais, formação docente adequada e políticas públicas consistentes, de modo que possam ser plenamente integradas ao processo educativo e contribuir para a formação científica e cidadã dos estudantes.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, E. DIGITAL EDUCATION IN THE POST-COVID: PERSPECTIVES FOR REDUCING INEQUALITIES. **Shaping the Digital Transformation of the Education Ecosystem in Europe**, p. 62, 2022.

BASTOS, A. L. P. et al. Uso das TDICs no Ensino Interdisciplinar de Física e Química: Revisão Sistemática da Literatura. **Ensino em Perspectivas,** v. 6, n. 1, p. 1-17, 05/12 2025. Available at: < https://revistas.uece.br/index.php/ensinoemperspectivas/article/view/15341 >. Accessed on: 2025/08/26.

BONFIM, D. V. M.; CIRINO, M. M.; PASSOS, M. M. Percepções de estudantes em relação a potencialidades e dificuldades no uso de memes como recurso didático analógico no ensino de Química. **Ensino e Tecnologia em Revista,** v. 7, n. 2, p. 664-676, 2023. ISSN 2594-3901.

BRASIL, S. **Ministério da Educação. Base nacional comum curricular**: MEC Brasília 2018.

CAMPOS, A. F. M. D.; CAETANO, L. M. D.; GOMES, V. M. L. R. REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA EM EDUCAÇÃO: CARACTERÍSTICAS, ESTRUTURA E POSSIBILIDADES ÀS PESQUISAS QUALITATIVAS. **Linguagens, Educação e Sociedade - LES,** v. 27, n. 54, p. 139-169, 06/02 2023. Available at: < https://periodicos.ufpi.br/index.php/lingedusoc/article/view/2702 >. Accessed on: 2025/08/26.

CARVALHO, A. M. P. D. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning,** v. 1, p. 1-19, 2013.

CORRÊA, T. A. et al. Laboratório em Casa: Integração de Tecnologias Digitais e Práticas Investigativas no Ensino Médio Durante a Pandemia de COVID-19. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas,** v. 26, n. 1, p. 69-75, 2025. ISSN 2447-8733.

DE ALMEIDA, G. B.; DA SILVA BORGES, R.; DE SÁ, É. R. A. Simulações computacionais: uma proposta de transposição didática no ensino de Química. **RCT-Revista de ciência e tecnologia,** v. 7, 2021. ISSN 2447-7028.

DE ARAÚJO, M. M.; VASCONCELOS, A. D. Tecnologias digitais na educação básica: o impacto na dinâmica professor-aluno e as implicações na prática pedagógica. **APRENDER-Caderno de Filosofia e Psicologia da Educação,** v. 19, n. 33, p. 302-316, 2025. ISSN 2359-246X.

DE CARVALHO BORGES, G.; CAPACI RODRIGUES, G. PRODUÇÃO E USO DE E-BOOK INTERATIVO NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA PARA O RECONHECIMENTO DA QUÍMICA NO ÂMBITO PROFISSIONAL. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC,** v. 13, n. 3, p. 112-126, 12/22 2023. Available at: < https://san.uri.br/revistas/index.php/encitec/article/view/1274 >. Accessed on: 2025/08/26.

DE OLIVEIRA, S. B.; ARAÚJO, C. S. T.; LACERDA, N. O. S. O ensino de ciências e o uso de questões socioentíficas (QSC) como estratégia de aprendizagem. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA,** v. 21, n. 8, p. 10321-10339, 2023. ISSN 1696-8352.

DUARTE, T. D. C. et al. Sequência didática investigativa com o uso das TDIC: uma proposta para aulas de química no ensino médio. **Cuadernos de Educación y Desarrollo,** v. 16, n. 10, p. e6089, 10/22 2024. Available at: < https://ojs.cuadernoseducacion.com/ojs/index.php/ced/article/view/6089 >. Accessed on: 2025/08/26.

EDUCAÇÃO, B. M. D. E. C. N. D. Resolução CNE/CP nº 2, de 20 de dezembro de 2019. **Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica**, 2019.

IBIAPINA, V. F.; GONÇALVES, M. INSTAGRAM: UMA PROPOSTA DIGITAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA E DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA. **Revista Docência e Cibercultura,** v. 7, n. 1, p. 01-25, 07/05 2023. Available at: < https://www.e-publicacoes.uerj.br/re-doc/article/view/66274 >. Accessed on: 2025/08/26.

JOHNSTONE, A. H. The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. **Journal of chemical education,** v. 70, n. 9, p. 701, 1993. ISSN 0021-9584.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Papirus editora, 2003. ISBN 8530810422.

KRAMM, D. D. L.; LUNA, S. V. D. Revisão Sistemática: Conceituação, Classificação e Possíveis Direcionamentos para a sua Condução. **Psicologia da Educação**, n. 58, p. 112-126, 2025. ISSN 2175-3520.

LÉVY, P. Cibercultura. São Paulo: Editora 34, 1999. **As tecnologias da inteligência**, 2001.

MELO, K. G. D. A.; LEITE, B. S. APLICATIVOS DE REALIDADE AUMENTADA COMO RECURSOS DIDÁTICOS DIGITAIS PARA O ENSINO DE QUÍMICA. **Revista Ciências & Ideias ISSN: 2176-1477,** v. 16, n. 1, p. e25162736, 04/01 2025. Available at: < https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/reci/article/view/2736 >. Accessed on: 2025/08/26.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. **Teachers college record,** v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006. ISSN 0161-4681.

NOGUEIRA, A. S. et al. EXPLORANDO O APRENDIZADO DE CIÊNCIAS A PARTIR DO DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO VIA INTERNET CONTENDO VÍDEOS EDITADOS PARA PROJEÇÕES HOLOGRÁFICAS E CONTEÚDOS CORRELATOS. **Revista Contemporânea,** v. 4, n. 5, p. e3999, 05/02 2024. Available at: < https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/3999 >. Accessed on: 2025/08/26.

OUZZANI, M. et al. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. **Systematic reviews,** v. 5, p. 1-10, 2016.

RAMOS, D. P. et al. Gamificação e motivação no aprendizado. **RCMOS-Revista Científica Multidisciplinar O Saber,** v. 1, n. 1, 2024. ISSN 2675-9128.

SANTOS, W. L. P. D.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru),** v. 7, p. 95-111, 2001. ISSN 1516-7313.

SCHMID, R. F. et al. The effects of technology use in postsecondary education: A meta-analysis of classroom applications. **Computers & Education,** v. 72, p. 271-291, 2014. ISSN 0360-1315.

SILVA, E. M. D. et al. Uso das Tecnologias da Informação e Comunicação (TDIC) como Recursos Pedagógicos para o Ensino de Climatologia: Estudo de caso na Região Metropolitana de Fortaleza, CE X1 - Use of Information and Communication Technologies (TDIC) as Pedagogical Resources for Climatology Teaching: Case Study in the Metropolitan Region of Fortaleza, CE. **Revista Brasileira de Meteorologia,** v. 37, n. 2, p. 167-175, 2022 06 2022. ISSN 1982-4351.

SILVA, F. C. et al. Relação entre as dificuldades e a percepção que os estudantes do ensino médio possuem sobre a função das representações visuais no ensino de Química. **Ciência & Educação,** v. 27, 2021. ISSN 1516-7313.

SILVA, T. N. D. C.; OLIVEIRA, E. C.; QUARTIERI, M. T. Potencializando a aprendizagem da tabela periódica por meio do Ptable. **Caderno Pedagógico,** v. 21, n. 10, p. e9348, 10/17 2024. Available at: < https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/9348 >. Accessed on: 2025/08/26.

SMETANA, L. K.; BELL, R. L. Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature. **International Journal of Science Education,** v. 34, n. 9, p. 1337-1370, 2012. ISSN 0950-0693.

TABER, K. S. Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. **Chemistry Education Research and Practice,** v. 14, n. 2, p. 156-168, 2013.

TAMIM, R. M. et al. What forty years of research says about the impact of technology on learning: A second-order meta-analysis and validation study. **Review of Educational research,** v. 81, n. 1, p. 4-28, 2011. ISSN 0034-6543.

VALENTE, J. A. Informática na educação no Brasil: análise e contextualização histórica. **O computador na sociedade do conhecimento. Campinas: UNICAMP/NIED**, p. 1-13, 1999.