

ENSINO DE QUÍMICA COM USO DE TDIC E DA ABORDAGEM CTSA: evidências de um estudo de caso no ensino médio¹

CHEMISTRY TEACHING USING DIGITAL INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES (DICT) AND THE SCIENCE, TECHNOLOGY, SOCIETY, AND ENVIRONMENT (STSE) APPROACH: evidence from a case study in high school

Winter Moraes dos Santos²

Rudá Tavares Magalhães³

RESUMO: Este estudo analisa as contribuições das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) e da abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) para o ensino de Química no Ensino Médio. A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso, de abordagem qualitativa e natureza descritiva, desenvolvida com trinta e seis estudantes do primeiro ano de uma escola pública de Macapá/AP. As atividades foram estruturadas a partir de problemáticas contextualizadas e integradas ao uso de simuladores virtuais da plataforma *PhET* e de práticas experimentais com materiais de baixo custo. Os resultados indicaram maior envolvimento dos estudantes nas atividades propostas e desempenho acadêmico compatível com um nível intermediário de aprendizagem. Também foram observados indícios de participação ativa dos estudantes durante o desenvolvimento das atividades e potencial para o fortalecimento de práticas relacionadas à autonomia e à reflexão crítica no processo educativo. Além disso, foram identificados desafios relacionados à infraestrutura escolar, à formação continuada dos docentes e às dificuldades de aprendizagem apresentadas por parte dos estudantes. Conclui-se que a integração entre TDIC, abordagem CTSA e atividades práticas pode contribuir para um ensino de Química mais contextualizado e participativo, favorecendo a aproximação entre os conteúdos científicos e situações do cotidiano escolar.

Palavras-chave: ensino de química; tecnologias digitais; metodologias ativas; CTSA.

ABSTRACT: Communication Technologies (DICT) and the Science, Technology, Society, and Environment (STSE) approach to Chemistry teaching in high school. The research is characterized as a qualitative and descriptive case study conducted with 36 first-year high school students from a public school in Macapá, Amapá, Brazil. The activities were structured around contextualized problem situations and integrated the use of virtual simulations from the PhET platform and experimental practices using low-cost materials. The results indicated greater student involvement in the proposed activities and academic performance consistent with an intermediate level of learning. Evidence of active student participation during the activities was also observed, as well as the potential to strengthen practices related to autonomy and critical reflection within the educational process. In addition, challenges related to school infrastructure,

¹ Artigo apresentado ao Instituto Federal do Amapá como requisito para a obtenção do título de Especialista em Metodologia do Ensino de Ciências e Matemática.

² Acadêmico do curso de Pós-graduação Lato Sensu em Metodologia do Ensino de Ciências e Matemática. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amapá - Campus Macapá. E-mail: santoswinter58@gmail.com.

³ Orientador, Doutor em Tecnologia Educativa. Docente do Instituto Federal do Amapá. E-mail: ruda.magalhaes@ifap.edu.br.

continuing teacher education, and learning difficulties experienced by some students were identified. It is concluded that the integration of DICT, the STSE approach, and practical activities can contribute to a more contextualized and participatory Chemistry teaching process, promoting closer connections between scientific content and everyday school experiences.

Keywords: chemistry education, digital Technologies, active learning methodologies, STSE.

Data de apresentação: 30/06/2026

1 INTRODUÇÃO

Os avanços das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) têm ocorrido em ritmo acelerado, influenciando diversos setores econômicos e contribuindo para o aumento da produtividade nos processos de tomada de decisão. Em um contexto global, a sociedade tornou-se amplamente conectada, o que facilita a troca de ideias e a proposição de soluções para problemas de alcance mundial. Esse movimento também tem impactado significativamente os setores econômico e educacional (Senna e Ribeiro, 2023).

No contexto atual, as tecnologias digitais têm contribuído para a formação de estudantes mais críticos e questionadores, ampliando suas fontes de conhecimento para além do ensino realizado em sala de aula. Essa transformação reforça a necessidade de integrar as (TDIC) aos processos de ensino e aprendizagem, promovendo maior interação entre estudantes, professores e ferramentas educacionais inovadoras (Souza et al., 2021).

Em 2019, o mundo testemunhou a rápida disseminação do vírus SARS-CoV-2, que alcançou todos os continentes e desencadeou uma crise de saúde pública. Para conter a propagação do vírus, diversos países adotaram medidas emergenciais, incluindo a suspensão de atividades essenciais à população e a implementação do “*lockdown*”, caracterizado por rígidas restrições à circulação de pessoas. (Senhoras, 2020). Esse cenário exigiu novos planejamentos, pois professores e estudantes não estavam preparados para utilização das plataformas digitais, precisando de um período maior para adaptação (De Lima Yamaguchi, 2021).

Nesse contexto, o uso de telefones celulares e dispositivos eletrônicos tornaram-se tema de debate e discussões entre professores, especialistas quanto à sua permissão ou proibição nos ambientes escolares, persistindo desafios significativos para a incorporação das TDIC ao processo de ensino e aprendizagem. De acordo com De Souza Welyczko (2025),

A formação digital dos professores também implica uma mudança na postura pedagógica. O educador precisa assumir o papel de mediador, orientador e facilitador das aprendizagens, criando contextos em que o uso das tecnologias seja significativo (De Souza Welyczko, 2025).

Assim, a formação continuada torna-se essencial para o desenvolvimento de competências e habilidades para formação digital, promovendo mudanças pedagógicas educacionais e contribuindo na formação docente em uma sociedade em constante transformação tecnológica.

O ensino de Química enfrenta desafios relacionados à abstração dos conteúdos e à dificuldade de estabelecer relações entre teoria e prática, tornando a

disciplina, muitas vezes, pouco atrativa e sendo frequentemente percebida pelos estudantes do Ensino Médio como uma das áreas de maior complexidade.

A abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) favorece a articulação entre conhecimentos científicos e questões sociais, tecnológicas e ambientais, promovendo a contextualização do ensino de Química e aproximando os conteúdos da realidade dos estudantes (CAVALCANTE; TEIXEIRA; MARCELO, 2019). Nesse cenário, esta pesquisa buscou analisar as contribuições das TDIC associadas à abordagem CTSA para o processo de ensino e aprendizagem.

Para o desenvolvimento das atividades, foram utilizados temas geradores relacionados a situações reais e socialmente relevantes, como o incêndio na Boate Kiss, ocorrido no Rio Grande do Sul, discussões sobre cidades sustentáveis e a importância das fontes de energia limpa, além da utilização de indicadores naturais para a identificação de substâncias ácidas e básicas. Essas temáticas possibilitaram a integração entre conceitos químicos e problemas do cotidiano, favorecendo a contextualização dos conteúdos e a participação dos estudantes nas atividades propostas.

O uso de tecnologias possibilita a ampliação das metodologias pedagógicas e contribui para a compreensão, por parte dos estudantes, dos conteúdos abordados, tornando as aulas mais dinâmicas e funcionais, contribui para minimizar riscos associados à exposição inadequada, à violência verbal e ao uso impróprio da escrita. Sob essa perspectiva, a incorporação das tecnologias deve ser compreendida como um componente integrante das práticas pedagógicas (Akram et al., 2022), promovendo maior interação e redução da apreensão inicial às plataformas educacionais, incentivando sua utilização de forma consciente e responsável. Além disso, diante desse contexto, questiona-se: como o uso das TDIC associado à abordagem CTSA pode contribuir para a aprendizagem de Química no Ensino Médio?

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. O Ensino de Química

As Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica Nacionais destacam a importância da contextualização e a interdisciplinaridade no ensino de química, tratando de uma ciência voltada aos fenômenos abstratos, destaca sua importância para formação crítica, articulada sobre os conhecimentos escolares e conjunturas vivenciadas ao cotidiano dos estudantes (Brasil, 2013).

De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio, material disponibilizado pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) em 2004,

Na Parte III, relativa a Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, estabelecem que: "Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que correspondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo." (pg.207) (BRASIL, 2004, p.133).

Nesse contexto, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) buscam superar uma educação fragmentada e linear, incentivando a integração entre as disciplinas e valorizando as experiências dos estudantes e suas realidades ao cotidiano. As Orientações Curriculares Nacionais (OCN) para o Ensino

Médio enfatizam a importância dos recursos tecnológicos pedagógicos, como estratégia para o aprendizado, especialmente no ensino de química, ampliando as possibilidades em relação às competências e habilidades, articulando o conhecimento científico com a realidade dos estudantes (Silva e Da Costa, 2026).

No contexto atual, a utilização de recursos tecnológicos pelos professores no ambiente educacional possibilita a apresentação dos conteúdos de forma mais acessível, contribui para o engajamento, participação, comunicação e interesse dos estudantes em sala de aula, uma vez que a tecnologia está presente ao cotidiano. Assim, temas abordados na disciplina de química tendem a favorecer uma participação mais ativa (De Macedo Carvalho, 2025).

Através das (TDIC) direcionadas de forma sistemática para o ensino, os estudantes assumem um papel ativo no processo de aprendizagem, desenvolvendo suas próprias ideias e soluções viáveis para os problemas propostos, tornando-se protagonistas, ao mesmo tempo buscam aprimorar suas capacidades de observação e pensamento crítico, o que contribui para uma aprendizagem mais significativa (De Almeida, 2024).

2.2. A Importância da Abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) no Ensino de Química

A abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) constitui uma perspectiva pedagógica que busca promover a articulação entre o conhecimento científico, o desenvolvimento tecnológico, as demandas sociais e as questões ambientais. Essa abordagem possibilita aos estudantes compreenderem as relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, favorecendo a contextualização dos conteúdos escolares e a formação de cidadãos críticos, reflexivos e capazes de participar de forma consciente nas decisões que envolvem problemas contemporâneos (Marcondes *et al.*, 2009).

A utilização dessa abordagem atribui ao professor o papel de mediador, direcionando o protagonismo aos estudantes no processo de aprendizagem. Uma análise da literatura indica a participação ativa dos alunos na resolução de problemas e na construção de novos conhecimentos, o que favorece o desenvolvimento da autonomia e a consolidação da aprendizagem. No contexto globalizado e tecnológico, torna-se essencial preparar os estudantes para demandas e desafios da sociedade. Nesse aspecto, a CTSA articula conceitos científicos aos estudantes e possibilita não apenas a compreensão dos conteúdos, mas também a capacidade de aplicar os conhecimentos de forma crítica e transformadora em suas realidades (De Almeida, 2024).

A abordagem CTSA foi adotada como fundamento para a organização das atividades desenvolvidas nesta pesquisa, orientando a seleção de temas geradores vinculados a problemas reais e socialmente relevantes. Nessa perspectiva, foram escolhidas temáticas como o incêndio na Boate Kiss, as cidades sustentáveis, a utilização de fontes de energia limpa e o emprego de indicadores naturais para identificação de substâncias ácidas e básicas. Essas temáticas possibilitaram relacionar os conteúdos químicos às dimensões tecnológicas, sociais e ambientais, favorecendo a contextualização do conhecimento científico e a reflexão dos estudantes sobre situações presentes em seu cotidiano. Assim, a abordagem CTSA não se restringiu ao referencial teórico do estudo, mas fundamentou as decisões didáticas da intervenção, desde a escolha dos temas até o desenvolvimento das atividades experimentais e o uso das TDIC.

3. METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como estudo de caso, de abordagem qualitativa e natureza descritiva, realizado com a turma do 1º ano B do Ensino Médio da Escola Estadual José do Patrocínio (EEJP), localizada na Rua Operária nº 0203, no município de Macapá, estado do Amapá. A instituição oferece ensino em três turnos, contemplando o Ensino Fundamental, o Ensino Médio e a Educação de Jovens e Adultos (EJA). A turma foi selecionada por corresponder ao público-alvo da pesquisa e por apresentar conteúdos curriculares compatíveis com a proposta de intervenção considerando as dificuldades apresentadas pelos estudantes na compreensão dos conteúdos e suas aplicações no ensino de Química.

A escolha da temática surgiu da problemática relacionada ao uso de telefones celulares em sala de aula e das possibilidades de sua utilização como recurso pedagógico no processo educativo dos estudantes. A abordagem fundamentou-se na observação de que, embora os dispositivos móveis sejam frequentemente associados à distração e à dispersão, eles podem atuar como ferramentas de apoio ao ensino e aprendizagem de forma orientada. Nessa perspectiva, foram ministrados os conteúdos conforme a BNCC e os PCNs para o ensino de química, destacando-se as funções inorgânicas, ácidos e bases, formas de energia limpa, transformações químicas e combustão, tornando-se relevante investigar como as tecnologias digitais, podem contribuir para o ensino e aprendizagem exigidos no contexto contemporâneo. Assim, estabeleceu uma relação entre práticas e o fortalecimento da autonomia, do pensamento crítico e resiliência dos estudantes, diante do exposto, a Mostra Pedagógica 2024 adotou o eixo temático “Resiliência em Tempos de Crises Globais (RTCG)”, desenvolvida no quarto bimestre, iniciada em 10/10/2024 e finalizada em 13/12/2024.

No dia dez de outubro de 2024, realizou-se o planejamento das atividades que comporiam a sequência didática. Foram definidos os objetivos de aprendizagem, os conteúdos químicos a serem abordados e as estratégias metodológicas fundamentadas na abordagem CTSA. A escolha do simulador *Phet*, teve melhor aceitação devido as simulações que permitiram a observação nos aspectos abstratos envolvendo a química.

3.1 Problemática e levantamento dos conhecimentos Prévios

Inicialmente, foram apresentados temas geradores relacionados a situações reais e socialmente relevantes, como o incêndio na Boate Kiss, a sustentabilidade urbana e a utilização de fontes de energia limpa. A partir dessas temáticas, os estudantes participaram de discussões orientadas e responderam a questionamentos que possibilitaram identificar seus conhecimentos prévios sobre os conteúdos químicos envolvidos e situações complexas, posicionando-se sobre suas interpretações, ações que em alguns casos, criam perspectivas conflituais (Silva, 2005).

Figura 1. Questionário Diagnóstico

ESCOLA ESTADUAL JOSÉ DO PATROCÍNIO

QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

1. Você já ouviu falar em substâncias ácidas e básicas?

() Sim () Não

2. Cite exemplos de substâncias ácidas ou básicas presente no seu cotidiano.

3. Você conhece algum indicador de ácido-base?

() Sim () Não

Se responder "sim", qual?

4. Você já utilizou simuladores virtuais, como o Phet, nas aulas de ciências ou química?

() Sim () Não

5. Na sua opinião, o uso de experimentos e recursos digitais pode facilitar a aprendizagem em Química? Justifique.

6. Quais são suas maiores dificuldades na aprendizagem de Química?

The logo of Escola Estadual José do Patrocínio is a circular emblem. It features a green map of the state of Pernambuco in the center, with the letters 'JP' in a large, bold, grey font overlaid on it. The text 'Escola Estadual José do Patrocínio' is written in a circular path around the map. The emblem is flanked by two green branches, possibly representing coffee or sugarcane, which are traditional symbols of the state.

Fonte: Acervo pessoal (2024).

3.2 Contextualização dos conteúdos químicos

Após a problematização, foram desenvolvidas aulas dialogadas, repensando as práticas de ensino e metodologias, com o objetivo de relacionar os conceitos químicos às situações apresentadas. Nessa etapa, o estudante tornou-se fator central no processo de ensino e aprendizagem, possibilitando a quebra de paradigmas arcaicos e na contribuição docente, inspirando professor na busca de novas

metodologias, assim, foram abordados conteúdos relacionados as transformações promovendo diálogo entre estudantes e professor. Desta forma, foram trabalhados os conteúdos relacionados à combustão, transformações químicas, ácidos e bases, indicadores ácido-base e questões ambientais associadas ao desenvolvimento científico e tecnológico (Sefton; Galini, 2022).

Figura 2. Diálogo entre estudantes a respeito da temática abordada.



Fonte: Acervo pessoal (2024).

3.3 Utilização de recursos digitais

Na terceira etapa da sequência didática, os estudantes utilizaram a plataforma *PhET (Interactive Simulations)*, que disponibiliza simulações interativas capazes de representar fenômenos científicos de maneira dinâmica e acessível para explorar fenômenos químicos em nível microscópico, cuja observação não é possível a olho nu.

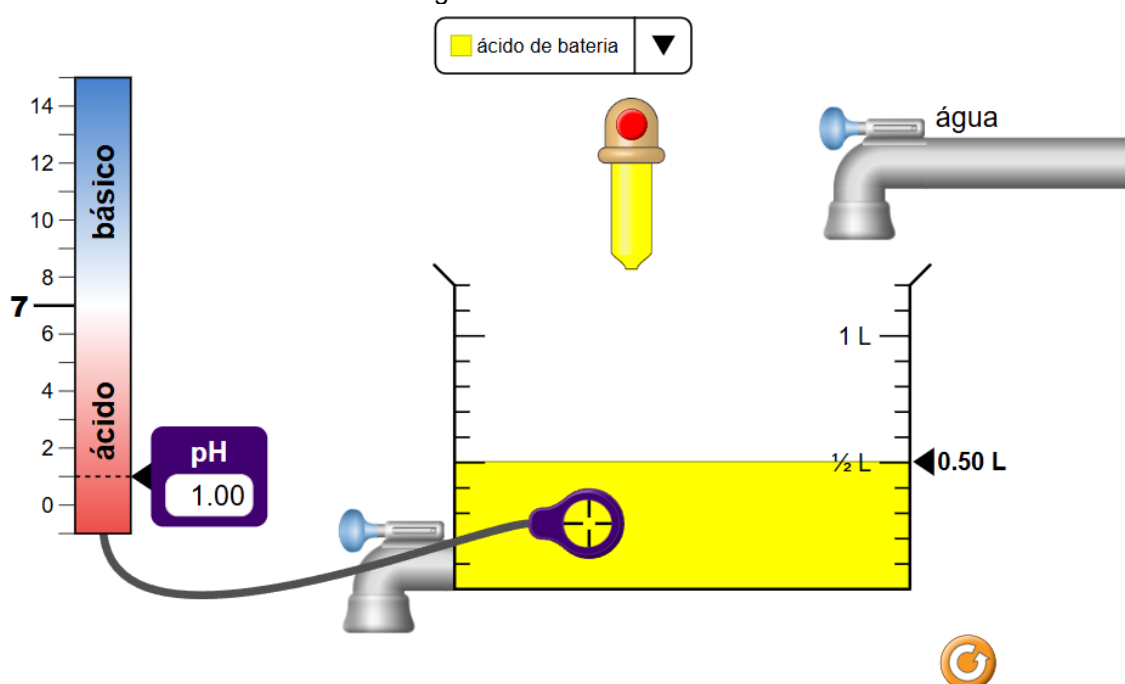
Figura 3. Plataforma *PhET* Colorado.



Fonte: *PhET Interactive Simulations* (2025).

As simulações proporcionaram uma representação visual e dinâmica desses fenômenos, permitindo aos estudantes compreender processos abstratos e estabelecer relações entre os aspectos macroscópicos e microscópicos da Química. As atividades foram planejadas para favorecer a construção do conhecimento por meio da investigação e da experimentação virtual, possibilitando a observação, a análise e a interpretação de fenômenos que dificilmente seriam compreendidos apenas por meio de aulas expositivas, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa (Medeiros Jr.; Naia; Lopes, 2024).

Figura 4. Simulador *Phet*



Fonte: *Phet Interactive Simulations* (2024).

3.4 Experimentação

Posteriormente, foram realizadas atividades experimentais utilizando materiais de baixo custo. Entre as práticas desenvolvidas, destacou-se a utilização de indicador natural, obtido através do repolho roxo, o qual fora utilizado para identificação de substâncias ácidas e básicas como suco de limão, água sanitária, sabão líquido, vinagre entre outros. Nesta parte abordaram a energia limpa e a importância da sustentabilidade; assim, as atividades coletivas foram fundamentais para o engajamento, motivação, discussão sobre os conteúdos em sala de aula. Do mesmo modo, as atividades coletivas fundamentaram o aprender ciências, aprender sobre ciências e fazer ciências, no qual os estudantes formularam explicações e discutiram os resultados. Destacou-se assim, as práticas investigativas, conhecimentos no processo e as questões contemporâneas, favorecendo uma aprendizagem mais significativa e contextualizada (Lôbo, 2012).

Figura 4. Etapa de experimentação



Fonte: Acervo pessoal (2024).

3.5 Socialização e avaliação

Na etapa final, os estudantes apresentaram e discutiram os resultados das atividades desenvolvidas no dia treze de dezembro de 2024, relacionando os conceitos químicos estudados às dimensões científicas, tecnológicas, sociais e ambientais presentes nos temas geradores. A avaliação ocorreu de forma contínua, considerando a participação nas atividades, os registros produzidos, as discussões realizadas em sala de aula e os resultados que estavam ligados a exposição dos trabalhos.

Figura 5. Socialização dos estudantes após aplicação prática.



Fonte: Acervo pessoal (2024).

Os conteúdos abordados tiveram como objetivo evidenciar a importância da Química e sua presença na vida dos estudantes, aproximando a teoria da realidade por eles vivenciada. Alguns temas, entretanto, apresentaram um maior grau de complexidade e exigiram a adoção de metodologias diferenciadas para favorecer sua compreensão. Após a assimilação dos conteúdos por meio da plataforma *PhET*, os estudantes realizaram experimentos utilizando materiais de baixo custo. Um dos grupos desenvolveu uma atividade experimental com indicador de repolho roxo, com o objetivo de identificar o caráter ácido ou básico de diferentes substâncias. Além disso, foi abordada a temática das energias sustentáveis, na qual um dos grupos elaborou uma maquete demonstrando o funcionamento do sistema, bem como apresentou seus impactos positivos para a sociedade e o meio ambiente.

Figura 6. Desenvolvimento da maquete sustentável



Fonte: Acervo pessoal (2024).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Problemática acerca da química no dia a dia e abordagem CTSA

A problematização constituiu o ponto de partida para o desenvolvimento das atividades, permitindo identificar os conhecimentos prévios dos estudantes e promover discussões que contribuíram para a formulação de hipóteses e para a construção de explicações fundamentadas cientificamente. Essa estratégia favoreceu uma postura investigativa dos estudantes, tornando-os participantes ativos do processo de ensino e aprendizagem, em consonância com o que defende Silva (2005), ao afirmar que a problematização estimula o desenvolvimento de competências relacionadas à reflexão crítica, à investigação e à resolução de problemas.

A organização da sequência didática fundamentou-se na abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), possibilitando a contextualização dos conteúdos químicos a partir de situações que envolvem aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais. Nessa perspectiva, os estudantes foram incentivados a compreender que o conhecimento químico ultrapassa o espaço da sala de aula e está diretamente relacionado às decisões cotidianas, ao desenvolvimento tecnológico, às questões ambientais e à qualidade de vida da sociedade.

Durante essa etapa, foram promovidos momentos de diálogo e discussão coletiva, nos quais os estudantes compartilharam conhecimentos prévios, levantaram hipóteses e apresentaram diferentes interpretações sobre as situações-problema propostas. Essas discussões contribuíram para que os alunos percebessem a importância da Química na compreensão de fenômenos presentes em seu cotidiano e reconhecessem o papel da ciência na busca por soluções para problemas sociais e ambientais.

Os registros realizados evidenciaram que a problematização favoreceu maior participação dos estudantes nas discussões iniciais, estimulando a curiosidade, a argumentação e o interesse pelas atividades desenvolvidas ao longo da sequência didática. Esse envolvimento inicial constituiu um elemento importante para o desenvolvimento das etapas seguintes, que integraram recursos digitais, simulações interativas e práticas experimentais, fortalecendo a aprendizagem dos conceitos químicos de forma significativa.

Assim, a problematização associada à abordagem CTSA mostrou-se uma estratégia pedagógica relevante para promover uma aprendizagem contextualizada, investigativa e crítica, criando condições para que os estudantes estabelecessem relações entre os conceitos científicos e os desafios presentes em sua realidade, favorecendo a construção de conhecimentos mais significativos (SILVA, 2005).

Figura 6. Maquete sustentável



Fonte: Acervo pessoal (2024).

4.2 Uso das TDIC, das simulações *PhET* e das práticas experimentais

Com o objetivo de promover uma aprendizagem mais significativa e contextualizada, a sequência didática integrou Tecnologias Digitais da Informação e

Comunicação (TDIC), simulações interativas da plataforma *PhET* e práticas experimentais investigativas. A utilização dessas estratégias buscou tornar o processo de ensino e aprendizagem mais dinâmicos, favorecendo a participação ativa dos estudantes, a construção do conhecimento científico e a relação entre teoria e prática.

As TDIC foram incorporadas à sequência didática como ferramentas de apoio ao ensino dos conteúdos de Química. Os recursos digitais possibilitaram maior interação entre os estudantes e os conteúdos trabalhados, ampliando as possibilidades de visualização, investigação e discussão dos fenômenos químicos.

Durante as atividades, os estudantes utilizaram recursos digitais, tais como celular e tablet, para explorar conceitos científicos, formular hipóteses, analisar situações-problema e discutir coletivamente os resultados obtidos. Desta forma, as aulas tornaram-se mais atrativas, com estudantes mais participativos, o que favoreceu sua autonomia e estimulou a construção do conhecimento de forma colaborativa.

A utilização dessas tecnologias está alinhada às metodologias ativas, nas quais o estudante assume papel de protagonista no processo de aprendizagem, enquanto o professor atua como mediador das atividades, incentivando a investigação, a reflexão e a resolução de problemas (Sefton; Galini, 2022).

Na terceira etapa da sequência didática, o professor utilizou simuladores interativos da plataforma *PhET* para apresentar e explicar fenômenos químicos em nível microscópico. As simulações proporcionaram uma representação visual e dinâmica desses fenômenos, permitindo aos estudantes compreender processos abstratos e estabelecer relações entre os aspectos macroscópicos e microscópicos da Química.

As atividades foram planejadas para favorecer a construção do conhecimento por meio da investigação e da experimentação virtual, possibilitando a observação, a análise e a interpretação de fenômenos que dificilmente seriam compreendidos apenas por meio de aulas expositivas. Durante a utilização da plataforma, o professor utilizou variáveis, que instigaram os estudantes a formular hipóteses, comparar resultados e discutirem coletivamente suas observações, desenvolvendo competências relacionadas ao pensamento científico. A literatura evidencia que as simulações interativas do *PhET* constituem uma importante ferramenta pedagógica, contribuindo para a aprendizagem de conceitos científicos ao favorecer a visualização de fenômenos abstratos, aumentando o engajamento dos estudantes e potencializando a compreensão conceitual (MEDEIROS JR.; NAIA; LOPES, 2024).

4.3 Evidências de participação e aprendizagem

Após a etapa de exploração virtual dos conceitos químicos, os estudantes participaram de atividades experimentais voltadas à identificação de substâncias ácidas e básicas utilizando indicadores ácido-base. A prática possibilitou a observação das mudanças de coloração das soluções, favorecendo a compreensão das propriedades químicas relacionadas ao comportamento ácido e básico das substâncias.

Durante a atividade, os estudantes organizaram-se em grupos, manipularam os materiais experimentais, registraram suas observações e discutiram coletivamente os resultados obtidos. A experimentação permitiu relacionar os conceitos abordados anteriormente nas aulas e nas simulações *PhET* com situações concretas, favorecendo a consolidação da aprendizagem.

Observou-se elevado envolvimento dos estudantes durante a realização da prática, evidenciado pela participação nas discussões, pela formulação de hipóteses

e pela interpretação dos resultados experimentais. A atuação colaborativa dos grupos possibilitou o desenvolvimento da argumentação científica e da capacidade de relacionar evidências experimentais aos conceitos químicos estudados.

De acordo com Lôbo (2012), o trabalho experimental constitui um importante recurso didático no ensino de Química, pois favorece a articulação entre teoria e prática, estimula a investigação e possibilita ao estudante construir conhecimentos científicos a partir da observação e da análise dos fenômenos.

Figura 7. Mostra pedagógica EEJP



Fonte: Acervo pessoal (2024).

Figura 8. Mostra pedagógica EEJP



Fonte: Acervo pessoal (2024).

4.4 Análise dos dados de desempenho

Os dados obtidos junto à turma do 1º ano B indicaram mudanças na assimilação dos conceitos de Química, associadas às práticas experimentais e ao uso de recursos tecnológicos como ferramentas de apoio à aprendizagem dos estudantes. A utilização desses recursos evidenciou alterações no desempenho acadêmico e no comportamento dos estudantes, refletidas no engajamento durante as aulas, especialmente nas atividades práticas e uso de simulações virtuais. Esse processo possibilitou aos estudantes formular hipóteses, participar de discussões e desenvolver soluções para os problemas propostos. Dessa forma, a aprendizagem tornou-se mais contextualizada e alinhada às diretrizes dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), conforme estabelecido pela Lei nº 9.394/1996, conhecida como Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Alves et al., 2021).

A análise realizada com base na abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) possibilitou a integração da ciência e da tecnologia ao processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, os estudantes participaram de atividades dinâmicas e interativas utilizando a plataforma *PhET Interactive Simulations*, desenvolvida pela *University of Colorado Boulder*, como recurso para a exploração de conceitos científicos. A utilização do simulador proporcionou acesso a uma ampla variedade de simulações virtuais voltadas para as áreas da Química e Tecnologia, permitindo que os estudantes explorassem conceitos complexos de maneira visual e dinâmica. Nessa perspectiva, a metodologia adotada favoreceu a experimentação e a investigação em um ambiente seguro e acessível, estimulando a curiosidade e o engajamento dos alunos. Esse recurso possibilitou a visualização de fenômenos frequentemente considerados abstratos ou de difícil compreensão, promovendo a articulação entre teoria e prática.

Nesse cenário, o uso de simuladores educacionais mostrou-se eficaz para enfrentar dificuldades de aprendizagem e fortalecer as conexões entre o conhecimento científico e cotidiano dos estudantes. Uma percepção obtida ao longo dos experimentos foi relatada por um grupo de estudantes no momento em que eles conseguiram identificar e diferenciar uma substância ácida em comparação a uma substância básica, relacionando os conteúdos práticos ao simulador virtual.

Essa abordagem também contribuiu para o desenvolvimento de habilidades investigativas e para a valorização das metodologias ativas, ampliando o protagonismo discente no ambiente escolar. De acordo com a literatura, a integração das tecnologias digitais na educação potencializa o processo formativo, estimula a curiosidade e favorece a construção ativa do conhecimento, uma vez que permite aos estudantes assumirem um papel mais participativo e autônomo no processo de aprendizagem (Viega et al., 2025; Da Paixão, 2026).

Nessa perspectiva, a utilização de recursos pedagógicos diversificados torna-se relevante para a melhoria do desempenho acadêmico dos estudantes. A incorporação de tecnologias digitais e de práticas experimentais constitui uma estratégia que contribui para a assimilação dos conteúdos. A efetividade dessa abordagem pode ser observada na Tabela 1, que apresenta a evolução das notas individuais dos estudantes ao longo dos períodos letivos. Essa análise indicou melhorias no desempenho acadêmico, evidenciando a contribuição da abordagem CTSA associada ao uso de tecnologias digitais.

Tabela 1 - Análise da aplicação da abordagem CTSA e tecnologias digitais nos períodos bimestrais.

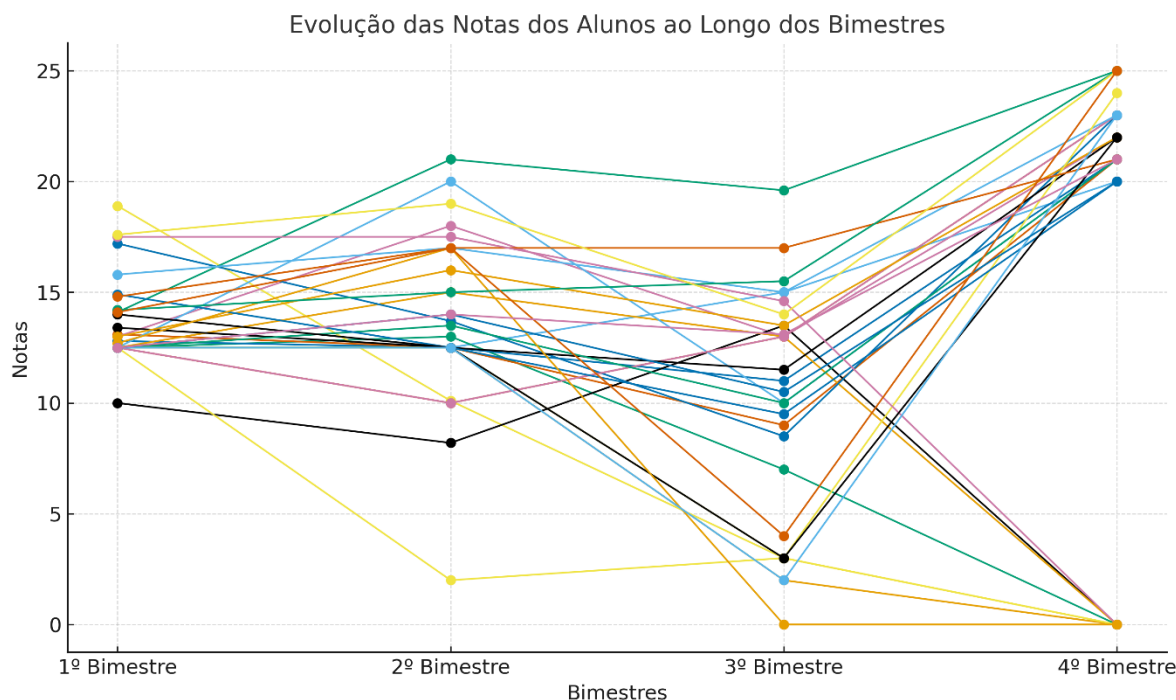
Estudante	1° bimestre	2° bimestre	3° bimestre	4° bimestre	Total	Situação
1	12,5	12,5	2	0	27	Reprovado
2	12,5	12,5	15	20	60	Aprovado
3	12,5	13	7	0	32,5	Reprovado
4	18,9	10,1	3	0	32	Reprovado
5	12,8	12,5	11	21	57,3	Aprovado
6	13,1	12,5	9	21	55,6	Aprovado
7	13	18	13	22	66	Aprovado
8	10	8,2	13,5	0	31,7	Reprovado
9	12,5	15	13	0	40,5	Reprovado
10	12,5	20	10	21	63,5	Aprovado
11	14,1	21	19,6	25	79,7	Aprovado
12	12,5	12,5	3,0	0	28	Reprovado
13	17,2	13,7	8,5	23	62,4	Aprovado
14	12,5	10	13	23	58,5	Aprovado
15	12,5	10	13	23	58,5	Aprovado
16	13,4	12,5	11,5	22	59,4	Aprovado
17	13	16	13,5	22	64,5	Aprovado
18	15,8	17	15	23	70,8	Aprovado
19	12,5	13,5	10	21	57	Aprovado
20	12,5	2	3	24	41,5	Reprovado
21	14,9	12,5	9,5	20	56,9	Aprovado
22	14,8	17	17	21	69,8	Aprovado
23	17,5	17,5	14,6	0	49,6	Reprovado
24	14	12,5	3	22	51,5	Aprovado
25	12,7	17	0	0	29,7	Reprovado
26	12,5	12,5	2	23	50	Aprovado
27	14,2	15	15,5	25	69,7	Aprovado
28	17,6	19	14	25	75,6	Aprovado
29	12,5	14	10,5	20	57	Aprovado
30	14,1	17	4	25	60,1	Aprovado
31	12,5	14	13,1	21	60,6	Aprovado

Fonte: Autores (2024).

A Tabela 1 evidencia uma melhoria no desempenho da turma ao longo dos períodos letivos, totalizando trinta e seis estudantes no início do ano e contabilizando trinta e um estudantes ao final do quarto bimestre 2024, dada a transferência de cinco estudantes no decorrer do ano. A média aritmética geral foi de 54,09 pontos, indicando um nível intermediário de aprendizagem. Embora os estudantes tenham demonstrado avanços no desempenho acadêmico por meio da abordagem CTSA associada ao uso de TDIC, observa-se a necessidade de incorporar estratégias pedagógicas complementares que contribuam para o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem de forma mais abrangente.

A análise dos dados demonstra que alguns estudantes apresentaram melhor desempenho acadêmico em comparação aos bimestres anteriores conforme gráfico abaixo:

Figura 9. Gráfico de desempenho acadêmico



Fonte: Autoria própria (2024).

Esse resultado, assim como o dos demais estudantes aprovados, indica a capacidade de acompanhar as atividades propostas e de assimilar os conteúdos trabalhados. Nesse contexto, os estudantes podem servir de referência uns para os outros, incentivando práticas de estudo colaborativo, que contribuem para o desenvolvimento coletivo e para o fortalecimento das interações sociais no ambiente escolar.

Por outro lado, as menores pontuações observadas indicam dificuldades na assimilação dos conteúdos. Esse resultado pode estar associado a diversos fatores, como a falta de adaptação à metodologia adotada, lacunas de aprendizagem ou desinteresse pelas atividades propostas. Dessa forma, torna-se importante destacar a necessidade de intervenções pedagógicas, especialmente por meio de ações de reforço escolar e acompanhamento individualizado, possibilitando que esses estudantes superem suas dificuldades e alcancem os objetivos de aprendizagem estabelecidos.

De acordo com os resultados obtidos, 70,9% dos estudantes foram aprovados, enquanto 29,1% permaneceram em situação de recuperação, indicando que uma parcela significativa da turma ainda apresentou dificuldades na consolidação dos conteúdos ao longo do período letivo. Esse cenário demonstra que, embora a maioria dos alunos tenha alcançado os critérios mínimos para aprovação, ainda persistem fragilidades nos processos de ensino e aprendizagem. Essas evidências reforçam a necessidade de implementação de ações pedagógicas diferenciadas e de estratégias contínuas de apoio capazes de atender às diversas necessidades educacionais dos estudantes.

A adoção de metodologias ativas, o acompanhamento individualizado e a diversificação das práticas de ensino podem contribuir para o fortalecimento da aprendizagem e para a redução das disparidades de desempenho. Além disso, o monitoramento sistemático dos resultados ao longo do ano letivo torna-se relevante

para a identificação precoce das dificuldades e para a implementação de intervenções pedagógicas adequadas, favorecendo o desenvolvimento dos estudantes e a melhoria do desempenho geral da turma.

5. CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que a abordagem CTSA, combinada ao uso das TDIC, contribui para o ensino de Química ao promover a articulação entre os conteúdos científicos e o cotidiano dos estudantes. A utilização de ferramentas como a *PhET Interactive Simulations* possibilitou a visualização de fenômenos químicos, favorecendo a compreensão dos conceitos e aumentando o engajamento dos estudantes nas atividades propostas.

A integração entre práticas experimentais, recursos tecnológicos e a CTSA resultou em melhorias no desempenho acadêmico e no envolvimento dos estudantes, além de favorecer o pensamento crítico e a autonomia no processo de aprendizagem.

Apesar dos avanços observados, ainda persistem desafios que limitam a consolidação dessas práticas em outras turmas, para melhor análise comparativo acadêmico no ambiente escolar. A infraestrutura, formação continuada e adoção de novas metodologias fazem-se necessárias para melhorias na formação docente que promovam a qualificação e ampliem o acesso às tecnologias digitais no contexto escolar.

Os resultados indicam que a adoção de metodologias que integram a CTSA e as TDIC pode contribuir para uma forma de ensino mais contextualizada e alinhada às demandas contemporâneas no Ensino de Química. Entretanto, é importante ressaltar a necessidade de novos estudos que promovam melhor aceitação dessas ferramentas digitais e práticas experimentais em diferentes contextos educacionais, com objetivo de ampliar a aplicabilidade e compreender seus impactos a longo prazo. Dessa forma, a abordagem proposta representou uma alternativa pedagógica relevante para o ensino de Química e para a turma, uma vez que favoreceu a formação dos estudantes com capacidades críticas, reflexivas e participativas para enfrentar desafios da sociedade contemporânea.

REFERÊNCIAS

AKRAM, H. *et al.* Teachers' perceptions of technology integration in teaching-learning practices: A systematic review. **Frontiers in psychology**, v. 13, p. 920317, 2022. ISSN 1664-1078.

ALVES, J. Q.; MARTINS, T. J.; ANDRADE, J. D. J. Documentos Normativos e Orientadores da Educação Básica: a nova BNCC e o ensino de Química. **Currículo sem Fronteiras**, v. 21, n. 1, p. 241-268, 2021.

BRASIL. **Orientações Curriculares do Ensino Médio**. [recurso eletrônico]. 1 ed. Brasília: Tiragem, 2004. Disponível em: <https://dominiopublico.mec.gov.br/download/texto/me001942.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2025.

CAVALCANTE, B. P.; DOS SANTOS TEIXEIRA, A. M.; MARCELO, L. R. O desastre de Mariana como abordagem investigativa e CTSA no ensino de química. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 9, n. 2, 2019. ISSN 2238-2380.

DA PAIXÃO, J. L. Inovação pedagógica mediada por tecnologias digitais: fundamentos, práticas e desafios na educação contemporânea. **Revista Tópicos**, v. 4, n. 29, p. 1-20, 2026. ISSN 2965-6672.

DE ALMEIDA, R. S. Crise Hídrica No Litoral Paulista: Uma Sequência Didática com Foco CTSA no Ensino Médio de uma Escola Estadual em São Vicente. **Revista Contemporânea**, v. 4, n. 12, p. e7012-e7012, 2024. ISSN 2447-0961.

DE LIMA YAMAGUCHI, K. K. Ensino de química inorgânica mediada pelo uso das tecnologias digitais no período de ensino remoto. **Revista Prática Docente**, v. 6, n. 2, p. e041-e041, 2021. ISSN 2526-2149.

DE MACEDO CARVALHO, A. M. P. Transformações na educação contemporânea: o papel dos recursos multimídia no engajamento e no aprendizado ativo. **Revista Educação Contemporânea**, v. 2, n. 2, p. 1444-1452, 2025. ISSN 2966-4705.

DE SOUZA WELYCZKO, C. G. Mídias Digitais na Educação: Benefícios Identificados por Professores e Alunos. **Revista Tópicos**, v. 3, n. 25, p. 1-17, 2025. ISSN 2965-6672.

LÔBO, Soraia Freaza. Trabalho experimental no ensino de Química. **Química Nova**, v. 35, n. 2, p. 430-434, 2012.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro *et al.* Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de química em formação continuada. **Investigações em ensino de ciências**, v. 14, n. 2, p. 281-298, 2009.

MEDEIROS JR., R. Nonato de; NAIA, M. Duarte; LOPES, J. Bernardino. Simulações interativas do PhET nas práticas de ensino da física: uma meta-análise. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 46, e20240186, 2024.

SEFTON, Ana Paula; GALINI, Marcos Evandro. **Metodologias ativas:** desenvolvendo aulas ativas para uma aprendizagem significativa. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2022.

SENHORAS, E. M. Coronavírus e educação: análise dos impactos assimétricos. **Boletim de conjuntura (BOCA)**, v. 2, n. 5, p. 128-136, 2020. ISSN 2675-1488.

SENNA, D. A.; RIBEIRO, J. S. D. A. N. A gestão do conhecimento na transformação digital para a Indústria 4.0: tecnologias digitais e suas aplicações em setores econômicos. **Exacta**, v. 21, n. 1, p. 224-248, 2023. ISSN 1983-9308.

SILVA, José Luís. Desenvolver competências de problematização da aprendizagem. **Currículo sem fronteiras**, v. 5, n. 1, p. 28-48, 2005.

SILVA, L. B.; DA COSTA, M. J. O Uso de TDICs no Ensino de Ciências com Ênfase na Química: Uma Revisão Sistemática da Literatura. **Revista Tópicos**, v. 4, n. 32, p. 1-33, 2026. ISSN 2965-6672.

SOUZA, L. D. D. *et al.* Tecnologias digitais no ensino de química: uma breve revisão das categorias e ferramentas disponíveis. **Revista Virtual de Química**, v. 13, n. 3, p. 713-746, 2021. ISSN 1984-6835.

VIEGA, K. C. *et al.* Ambiente digital na educação: Entre oportunidades e desafios do século xxi. **Revista Tópicos**, v. 3, n. 21, p. 1-13, 2025. ISSN 2965-6672.