CAPÍTULO DO LIVRO – CONEXÕES CIENTÍFICAS - AMBIENTE, SAÚDE, EDUCAÇÃO E INOVAÇÃO - PUBLICADO POR: EDITORA MANUAL
ISBN: 978-65-83121-31-8 DOI DO LIVRO: 10.29327/5963731

CAPÍTULO 7

TRATAMENTO DE EFLUENTES COMO TEMA GERADOR NO ENSINO DE QUÍMICA: DESENVOLVIMENTO DE UMA PROPOSTA DIDÁTICA

DOI DO CAPÍTULO: 10.29327/5963731.1-7

Rosália Cristina da Silva Nunes Andrade, e-mail: crist.rosala1234@gmail.com, URL lattes: http://lattes.cnpq.br/9340940473431056
Jozadake Petry Fausto, e-mail: jozadakepetryfausto@gmail.com, URL lattes: http://lattes.cnpq.br/3339996527225371
Mariana Cabral do Nascimento Santos, e-mail: marianacabralsantos2@gmail.com, URL lattes: http://lattes.cnpq.br/7558622538353505
Giselle Silva de Souza, e-mail: giselle.silva908@gmail.com URL lattes: http://lattes.cnpq.br/7391062473926377
Josilene Pereira Silva, e-mail: pereirasilvajosilene41@gmail.com, URL lattes: http://lattes.cnpq.br/5717569162096842

RESUMO
O tratamento de efluentes constitui uma problemática ambiental relevante e apresenta potencial para a contextualização de conceitos químicos no Ensino de Química. Nesse sentido, este estudo teve como objetivo desenvolver uma proposta didática tendo o tratamento de efluentes como tema gerador, articulando conceitos químicos às tecnologias de adsorção com carvão ativado e ao processo Fenton. A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de caráter descritivo e propositivo, desenvolvida a partir das etapas de definição da temática, seleção dos conceitos químicos e das tecnologias de tratamento, elaboração das atividades experimentais, produção do material didático e organização da proposta didática. Como produto, foi elaborado o folder "Tecnologias Avançadas", estruturado para abordar a problemática da contaminação de águas e efluentes e apresentar, de forma integrada, os fundamentos da adsorção com carvão ativado e do processo Fenton. A proposta contempla conceitos relacionados ao pH, propriedades dos materiais, processos de separação, adsorção, transformações químicas, oxidação e redução e Processos Oxidativos Avançados. A organização das atividades busca estabelecer relações entre problematização, conhecimentos científicos e aplicações tecnológicas, utilizando a experimentação como recurso para aproximar conceitos químicos de fenômenos observáveis. Os resultados indicam que o material desenvolvido apresenta potencial para subsidiar práticas contextualizadas no Ensino de Química, especialmente por integrar uma problemática ambiental concreta a diferentes conceitos e tecnologias de tratamento. Ressalta-se, contudo, que a proposta não foi aplicada aos estudantes, não sendo possível inferir efeitos sobre a aprendizagem. Conclui-se que o material elaborado constitui um recurso didático com potencial para favorecer a articulação entre Química, tecnologia e meio ambiente, podendo ser posteriormente aplicado e avaliado em diferentes contextos educacionais.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de efluentes; Adsorção; Processo Fenton.

1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade e a qualidade dos recursos hídricos constituem questões de elevada relevância ambiental e social, especialmente diante da intensificação das atividades urbanas, industriais e agrícolas e da consequente geração de águas residuárias. Esses efluentes podem apresentar diferentes classes de contaminantes, cuja presença representa riscos aos ecossistemas e à qualidade da água. Nesse contexto, o tratamento adequado de efluentes

ISBN: 978-65-83121-31-8 DOI DO LIVRO: 10.29327/5963731

constitui uma estratégia fundamental para a redução da poluição hídrica e para o uso sustentável dos recursos naturais (UNESCO, 2024; UNEP, 2023).

As características complexas das águas residuárias têm impulsionado a busca por tecnologias capazes de remover ou transformar contaminantes de diferentes naturezas. Entre as alternativas investigadas, destacam-se a adsorção, especialmente com materiais carbonáceos, e os Processos Oxidativos Avançados (POAs). A adsorção apresenta potencial para a remoção de contaminantes devido às interações estabelecidas entre as espécies presentes no efluente e a superfície do adsorvente, enquanto os POAs possibilitam a transformação de compostos recalcitrantes por meio da geração de espécies altamente reativas (Li *et al.*, 2024; Lin *et al*., 2022).

No Ensino de Química, a problemática dos efluentes pode ser utilizada como contexto para aproximar os conhecimentos científicos de situações ambientais presentes na sociedade. A abordagem contextualizada possibilita relacionar conteúdos químicos a problemas concretos, favorecendo a compreensão da aplicabilidade da Química e a articulação entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (Demelash; Belachew; Andargie, 2023; Eilks; Linkwitz, 2022). Nesse sentido, conceitos como pH, propriedades dos materiais, processos de separação, adsorção, transformações químicas e oxidação e redução podem ser trabalhados de maneira integrada a partir de uma problemática ambiental.

A experimentação, quando articulada à problematização e à investigação, também pode contribuir para estabelecer relações entre conceitos teóricos e fenômenos observáveis. Em uma abordagem dessa natureza, atividades relacionadas ao tratamento de efluentes podem favorecer a participação dos estudantes na análise de situações-problema e na interpretação dos resultados experimentais, superando uma perspectiva exclusivamente demonstrativa da experimentação (Zammit; Connor; Raker, 2024).

Diante desse contexto, o tratamento de efluentes apresenta-se como uma temática com potencial para integrar conhecimentos químicos, questões ambientais e tecnologias de tratamento em uma proposta didática contextualizada. Assim, o presente estudo teve como objetivo desenvolver uma proposta didática para o Ensino de Química tendo o tratamento de efluentes como tema gerador, integrando conceitos químicos às tecnologias de adsorção com carvão ativado e ao processo Fenton, com apoio de um material didático elaborado para essa finalidade.

2. METODOLOGIA

ISBN: 978-65-83121-31-8 DOI DO LIVRO: 10.29327/5963731

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de caráter descritivo e propositivo, desenvolvida no campo do Ensino de Química, com o objetivo de elaborar uma proposta didática tendo o tratamento de efluentes como tema gerador para a abordagem contextualizada de conceitos químicos. A utilização de problemáticas ambientais como eixo para o ensino possibilita aproximar os conhecimentos científicos de situações concretas, favorecendo a articulação entre os conteúdos escolares e questões relacionadas ao cotidiano e ao ambiente. Nesse viés, propostas de contextualização no Ensino de Química têm demonstrado a possibilidade de utilizar problemas ambientais como ponto de partida para a construção de conhecimentos científicos e para o desenvolvimento de discussões socioambientais (Baruque *et al.*, 2023; Lourenço; Amaral, 2024).

A proposta foi elaborada considerando a problematização, a contextualização e a experimentação como elementos articuladores do processo didático. Essa perspectiva busca superar uma abordagem exclusivamente conceitual da Química, estabelecendo relações entre os conteúdos científicos, suas aplicações e situações reais. Estudos recentes apontam que a experimentação, quando articulada a uma problemática contextualizada, pode contribuir para aproximar teoria e prática e favorecer a compreensão dos fenômenos químicos relacionados a questões ambientais (Oliveira *et al.*, 2024; Jesus; Martins; Silva, 2023).

A construção da proposta foi organizada em etapas sucessivas, contemplando (1) definição da temática geradora; (2) seleção dos conceitos químicos; (3) seleção das tecnologias de tratamento; (4) elaboração das atividades experimentais; (5) produção do material didático; e (6) organização da proposta didática. O percurso metodológico foi estruturado de modo a estabelecer uma relação entre a problemática ambiental, os conhecimentos químicos e as tecnologias empregadas no tratamento de efluentes.

2.1 Estruturação da proposta didática

Inicialmente, foi definida a temática do tratamento de efluentes como eixo articulador da proposta, considerando sua relevância ambiental e seu potencial para a abordagem de conceitos químicos. A escolha da temática está relacionada à necessidade de aproximar o ensino de situações ambientais concretas, possibilitando a discussão sobre a qualidade da água, a presença de contaminantes e as tecnologias utilizadas para sua remoção. A utilização do tratamento de água e efluentes como tema gerador apresenta potencial para integrar Educação Ambiental e conhecimentos químicos, favorecendo a contextualização dos conteúdos e a discussão de problemas relacionados aos recursos hídricos (Santos *et al*., 2025; Baruque *et al*., 2023).

ISBN: 978-65-83121-31-8 DOI DO LIVRO: 10.29327/5963731

Na sequência, foram selecionados os conteúdos químicos que poderiam ser articulados à temática, contemplando pH, processos de separação, adsorção, transformações químicas, oxidação e redução e Processos Oxidativos Avançados (POAs). A seleção considerou a possibilidade de relacionar os conceitos aos fenômenos observados nas atividades experimentais e às aplicações das tecnologias de tratamento. A articulação entre conceitos químicos e situações experimentais contextualizadas pode favorecer a compreensão dos fenômenos científicos ao estabelecer relações entre conhecimentos teóricos e aplicações práticas (Oliveira *et al*., 2024).

Foram selecionadas duas estratégias para compor a proposta: adsorção utilizando carvão ativado e Processo Fenton. A escolha dessas tecnologias possibilita abordar diferentes mecanismos de tratamento de contaminantes, permitindo discutir tanto a retenção de espécies químicas na superfície de um adsorvente quanto processos de oxidação de compostos orgânicos. A adsorção destaca-se como uma alternativa amplamente estudada para o tratamento de águas residuárias, especialmente pela utilização de materiais carbonáceos com elevada capacidade de interação com diferentes contaminantes (Liu *et al*., 2024).

O Processo Fenton foi selecionado por possibilitar a abordagem dos Processos Oxidativos Avançados e dos mecanismos envolvidos na degradação de contaminantes orgânicos. Nesse processo, a combinação de espécies de ferro e peróxido de hidrogênio favorece a formação de espécies altamente reativas, especialmente radicais hidroxila, capazes de promover a oxidação de diversos compostos orgânicos. A literatura recente evidencia a relevância dos processos Fenton no tratamento de águas residuárias e seu potencial diante de diferentes classes de contaminantes (Ribeiro; Sarinho; Nunes, 2024; Song *et al.*, 2024).

2.2 Elaboração dos materiais didáticos

Como recurso didático para subsidiar a proposta, foi elaborado um folder intitulado “Tecnologias Avançadas”, destinado à apresentação da problemática ambiental, dos conceitos químicos e das atividades experimentais relacionadas ao tratamento de efluentes. A elaboração do material buscou utilizar linguagem acessível e recursos visuais capazes de favorecer a compreensão dos conteúdos e estabelecer relações entre os conhecimentos científicos e suas aplicações tecnológicas. A utilização de materiais didáticos associados à contextualização e à experimentação constitui uma estratégia relevante para aproximar os estudantes dos fenômenos químicos e de suas aplicações em situações ambientais (Jesus; Martins; Silva, 2023; Oliveira *et al*., 2024).

ISBN: 978-65-83121-31-8 DOI DO LIVRO: 10.29327/5963731

O folder foi estruturado de maneira integrada, contemplando inicialmente uma contextualização sobre a presença de corantes em águas e efluentes e a necessidade de tecnologias capazes de promover sua remoção ou degradação. Na sequência, foram apresentadas as duas estratégias selecionadas para a proposta: adsorção com carvão ativado e Processo Fenton. A escolha de tecnologias de tratamento como eixo da proposta permite relacionar conceitos químicos a processos tecnológicos empregados na resolução de problemas ambientais, fortalecendo a relação entre ciência, tecnologia e ambiente (Santos *et al*., 2025).

Na abordagem da adsorção, o folder apresenta o carvão ativado como material adsorvente e orienta uma atividade experimental envolvendo água, corante e carvão ativado. A atividade foi planejada para possibilitar a observação visual da alteração da coloração da solução e a discussão do fenômeno de adsorção e de sua aplicação no tratamento de águas e efluentes. A escolha do carvão ativado encontra respaldo em estudos recentes que destacam sua estrutura porosa, elevada área superficial e capacidade de interação com diferentes contaminantes, características que contribuem para sua aplicação em processos de tratamento de águas residuárias (Liu *et al*., 2024).

No segundo eixo, o folder apresenta o Processo Fenton como uma alternativa inserida no grupo dos Processos Oxidativos Avançados, contemplando informações sobre os reagentes utilizados, o princípio geral do processo e as etapas da atividade experimental. A abordagem possibilita relacionar o fenômeno experimental aos conceitos de oxidação e redução, formação de espécies reativas e degradação de compostos orgânicos, estabelecendo uma relação entre o conteúdo químico e sua aplicação no tratamento de efluentes. Estudos recentes destacam a aplicação dos processos Fenton na remoção e degradação de contaminantes orgânicos em águas residuárias (Ribeiro; Sarinho; Nunes, 2024; SONG *et al.*, 2024).

2.3 Organização da proposta didática

Após a definição dos conteúdos químicos, das tecnologias de tratamento e das atividades experimentais, a proposta didática foi organizada de forma a estabelecer uma sequência lógica entre problematização, construção dos conhecimentos e aplicação dos conceitos químicos. Essa organização buscou favorecer a contextualização do ensino de Química a partir de uma problemática ambiental concreta, articulando conhecimentos científicos e situações relacionadas ao tratamento de efluentes.

A estrutura da proposta foi organizada conforme o fluxograma apresentado na Figura 1, partindo da problematização da contaminação de águas e efluentes, seguida pela abordagem

ISBN: 978-65-83121-31-8 DOI DO LIVRO: 10.29327/5963731

dos conceitos químicos necessários à compreensão dos processos de tratamento. Posteriormente, foram introduzidas as tecnologias de adsorção com carvão ativado e processo Fenton, culminando na realização das atividades experimentais e na discussão dos fenômenos químicos envolvidos.

Figura 1. Fluxograma da organização da proposta didática.



Fonte: Elaborado pelas autoras (2026).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produto didático desenvolvido

O processo de elaboração descrito na metodologia resultou na produção do folder didático “Tecnologias Avançadas”, concebido como recurso de apoio à abordagem do tratamento de efluentes no Ensino de Química (Figura 2). O material constitui o produto central da proposta desenvolvida e foi organizado com a finalidade de integrar uma problemática ambiental a conhecimentos químicos e a estratégias tecnológicas de tratamento. Sua construção buscou estabelecer uma relação entre o conhecimento científico e situações concretas relacionadas à contaminação de águas e efluentes, favorecendo uma abordagem na qual os conceitos químicos são apresentados em associação às suas aplicações ambientais.

Figura 2. Folder didático “Tecnologias Avançadas”.

ISBN: 978-65-83121-31-8 DOI DO LIVRO: 10.29327/5963731



Fonte: Elaborado pelas autoras (2026).

A análise do material produzido evidencia uma organização que favorece a articulação entre problema ambiental, conhecimento químico e aplicação tecnológica. Essa estrutura é particularmente relevante no Ensino de Química, uma vez que permite deslocar a apresentação dos conteúdos de uma perspectiva exclusivamente conceitual para uma abordagem relacionada a situações nas quais o conhecimento químico possui função explicativa e tecnológica. Nesse sentido, a proposta desenvolvida converge com Santos *et al.* (2026), que utilizaram o tratamento de efluentes como eixo para a construção de uma sequência didática, articulando conhecimentos químicos e atividades experimentais em torno de uma problemática ambiental.

Outro aspecto observado no material é a integração entre diferentes formas de tratamento em uma mesma proposta. A presença da adsorção com carvão ativado e do processo Fenton possibilita estabelecer uma discussão comparativa acerca dos mecanismos envolvidos na remoção e transformação de contaminantes. Essa característica amplia o potencial do material, pois permite abordar o tratamento de efluentes não como uma operação única, mas

ISBN: 978-65-83121-31-8 DOI DO LIVRO: 10.29327/5963731

como um conjunto de possibilidades tecnológicas cuja aplicação depende das características dos contaminantes e das condições do sistema.

A organização visual do folder também desempenha uma função importante na proposta, uma vez que permite sintetizar informações e apresentar os conteúdos de maneira articulada. Nesse contexto, o material pode atuar como elemento mediador entre a apresentação do problema ambiental e o desenvolvimento das atividades propostas, auxiliando na retomada dos conceitos e na sistematização das discussões realizadas durante a sequência didática.

3.2 Abordagem da adsorção com carvão ativado

A inserção da adsorção com carvão ativado no material possibilita explorar um fenômeno físico-químico associado à interação de contaminantes com a superfície de um material adsorvente. No contexto da proposta, essa tecnologia representa uma possibilidade de aproximar conceitos relacionados às propriedades dos materiais, fenômenos de superfície e processos de separação de uma aplicação diretamente relacionada ao tratamento de águas e efluentes.

A relevância do carvão ativado para essa finalidade é evidenciada por Silva *et al.* (2024), que discutem sua utilização na remoção de azul de metileno em efluentes por meio da adsorção. Os autores destacam a aplicabilidade desse material no tratamento de contaminantes presentes em matrizes aquosas, evidenciando a relação entre suas características e a capacidade de retenção das espécies presentes na solução. Essa aplicação tecnológica fornece suporte para que o fenômeno seja explorado didaticamente a partir de uma situação concreta, favorecendo a relação entre o conceito químico e sua utilização ambiental.

No âmbito da proposta didática, a adsorção apresenta ainda potencial para discutir que a remoção de um contaminante não corresponde necessariamente à sua destruição. O processo envolve a interação e retenção da espécie na superfície do adsorvente, aspecto que permite problematizar o destino do contaminante após o tratamento. Essa abordagem pode contribuir para uma compreensão mais crítica dos processos de tratamento, evitando uma interpretação simplificada segundo a qual a alteração visual da água representa, por si só, a eliminação completa dos contaminantes.

A atividade experimental associada à adsorção também possibilita explorar a relação entre observação macroscópica e interpretação microscópica. A alteração observável na coloração da solução pode constituir o ponto de partida para discutir os fenômenos que ocorrem em escala molecular e superficial. Dessa forma, o experimento deixa de assumir apenas uma

ISBN: 978-65-83121-31-8 DOI DO LIVRO: 10.29327/5963731
função demonstrativa e passa a constituir uma possibilidade de problematização dos conceitos químicos envolvidos.

3.3 Abordagem do processo Fenton

A inserção do processo Fenton amplia a dimensão conceitual da proposta ao introduzir uma estratégia baseada na transformação química de contaminantes. Diferentemente da adsorção, cuja atuação está relacionada à retenção de espécies na superfície de um material, o processo Fenton possibilita discutir mecanismos de oxidação e a participação de espécies químicas altamente reativas na degradação de compostos orgânicos.

A relevância dessa tecnologia no tratamento de águas residuárias é discutida por Prates *et al.* (2023), que realizaram uma revisão sistemática sobre a aplicação do processo Fenton em tratamentos de águas residuárias. A ampla utilização dessa tecnologia em estudos de remediação evidencia sua pertinência como exemplo de aplicação dos conhecimentos relacionados aos processos oxidativos no enfrentamento de problemas ambientais.

A abordagem do Fenton no material didático também favorece a discussão de conteúdos relacionados às reações de oxidação e redução, permitindo relacionar conceitos químicos a uma aplicação tecnológica. A partir dessa perspectiva, a reação deixa de ser apresentada apenas como uma representação simbólica e pode ser discutida em função de sua finalidade, das espécies envolvidas e das transformações promovidas sobre os contaminantes.

Além disso, o processo Fenton possibilita introduzir uma discussão sobre as limitações e condições de aplicação das tecnologias ambientais. Estudos recentes indicam que diferentes configurações do processo Fenton vêm sendo investigadas para ampliar sua eficiência e superar limitações dos sistemas convencionais, incluindo questões relacionadas às condições operacionais e à recuperação dos catalisadores (Liu *et al.*, 2026). Dessa maneira, a tecnologia pode ser utilizada não apenas para ensinar uma reação química, mas também para discutir criticamente a relação entre eficiência, condições operacionais e sustentabilidade.

3.4 Integração das tecnologias e potencial pedagógico

Um dos aspectos mais relevantes do material desenvolvido é a possibilidade de estabelecer uma relação entre adsorção e processo Fenton. Embora os mecanismos envolvidos sejam distintos, a apresentação conjunta das tecnologias permite discutir diferentes possibilidades de atuação sobre contaminantes presentes em águas e efluentes. Essa abordagem amplia a compreensão sobre os processos de tratamento e possibilita discutir as vantagens e limitações associadas a diferentes estratégias.

ISBN: 978-65-83121-31-8 DOI DO LIVRO: 10.29327/5963731

A literatura evidencia que a combinação entre processos de adsorção e oxidação pode apresentar caráter complementar. Song *et al.* (2024) discutem o efeito sinérgico entre adsorção e oxidação Fenton na remediação de contaminantes orgânicos em água, destacando que a associação de mecanismos distintos pode ampliar as possibilidades de tratamento. Essa perspectiva fortalece a escolha das duas tecnologias para composição do material didático, uma vez que permite apresentar aos estudantes diferentes mecanismos empregados na resolução de uma mesma problemática ambiental.

Do ponto de vista pedagógico, essa integração possibilita trabalhar os conteúdos químicos de maneira articulada. A adsorção pode ser utilizada para discutir propriedades superficiais, interação entre materiais e contaminantes e processos de separação, enquanto o Fenton permite explorar transformações químicas, oxidação e redução e processos oxidativos. Assim, diferentes conteúdos podem ser relacionados a uma única temática, evitando sua apresentação de maneira fragmentada.

A estrutura desenvolvida também favorece a utilização do folder como recurso de apoio às atividades experimentais. O material pode ser empregado para introduzir a problemática, orientar discussões sobre os processos de tratamento e posteriormente retomar os conceitos mobilizados durante as atividades. Dessa forma, o folder apresenta potencial para desempenhar diferentes funções ao longo da proposta, funcionando como recurso de contextualização, mediação e sistematização.

Essa característica aproxima a proposta da perspectiva defendida por Santos *et al.* (2026), na qual o tratamento de efluentes é utilizado para articular diferentes momentos do ensino de Química. Entretanto, diferentemente de uma pesquisa de intervenção, o presente estudo concentra-se na elaboração do recurso didático e na estruturação da proposta, não tendo sido realizada aplicação com estudantes nesta etapa.

Consequentemente, os resultados apresentados não permitem afirmar efeitos sobre aprendizagem, desenvolvimento de habilidades ou mudanças na compreensão dos estudantes. O principal resultado obtido corresponde à produção e organização de um material didático contextualizado, fundamentado em duas tecnologias de tratamento de efluentes e articulado a conceitos químicos. A avaliação de sua efetividade pedagógica constitui uma etapa posterior, que deverá envolver sua aplicação em contexto educacional e a análise das evidências produzidas pelos estudantes.

ISBN: 978-65-83121-31-8 DOI DO LIVRO: 10.29327/5963731

De modo geral, o folder "Tecnologias Avançadas" apresenta potencial para contribuir com práticas contextualizadas no Ensino de Química ao aproximar conhecimentos científicos de uma problemática ambiental relevante. A articulação entre adsorção com carvão ativado e processo Fenton permite explorar diferentes mecanismos de tratamento e, simultaneamente, estabelecer relações entre Química, tecnologia e meio ambiente. Nesse sentido, o material desenvolvido configura-se como uma possibilidade de recurso didático para abordar conceitos químicos a partir de uma situação-problema concreta, podendo posteriormente ser submetido à aplicação e avaliação em contexto escolar.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo possibilitou o desenvolvimento de uma proposta didática que utiliza o tratamento de efluentes como tema gerador para o Ensino de Química, articulando conhecimentos científicos, tecnologias de tratamento e questões relacionadas à problemática ambiental. A partir da organização metodológica adotada, foi elaborado o folder "Tecnologias Avançadas", concebido como recurso de apoio para a abordagem contextualizada de conceitos químicos relacionados ao tratamento de águas e efluentes.

A proposta desenvolvida possibilitou integrar diferentes conteúdos químicos, incluindo processos de separação, pH, adsorção, transformações químicas, oxidação e redução e Processos Oxidativos Avançados, a partir de uma problemática ambiental concreta. A utilização da adsorção com carvão ativado e do processo Fenton permitiu contemplar mecanismos distintos de tratamento, favorecendo uma abordagem que relaciona fenômenos químicos a aplicações tecnológicas voltadas à remoção e transformação de contaminantes.

O folder elaborado constitui o principal produto da proposta e apresenta potencial para atuar como recurso de contextualização, problematização e sistematização dos conhecimentos trabalhados. Sua associação às atividades experimentais amplia as possibilidades de articulação entre teoria e prática, permitindo que os conceitos químicos sejam discutidos a partir de fenômenos e tecnologias relacionados a uma situação ambiental real. Nesse sentido, o material pode contribuir para uma abordagem do Ensino de Química que ultrapasse a apresentação fragmentada dos conteúdos e estabeleça relações entre ciência, tecnologia e meio ambiente.

Ressalta-se, entretanto, que a proposta não foi aplicada a estudantes, de modo que não é possível atribuir ao material resultados relacionados à aprendizagem, à participação ou ao desenvolvimento de competências. Os resultados deste estudo estão, portanto, relacionados à elaboração e estruturação da proposta didática e do material educativo, evidenciando seu

ISBN: 978-65-83121-31-8 DOI DO LIVRO: 10.29327/5963731

potencial de utilização em práticas futuras. A aplicação em contexto escolar constitui uma etapa necessária para verificar sua efetividade pedagógica e identificar possíveis adequações quanto à linguagem, às atividades experimentais e à abordagem dos conceitos químicos.

Dessa forma, considera-se que a proposta desenvolvida apresenta potencial para subsidiar práticas contextualizadas no Ensino de Química, especialmente por utilizar uma problemática ambiental contemporânea como eixo de articulação dos conhecimentos. A abordagem integrada da adsorção e do processo Fenton possibilita discutir diferentes formas de tratamento de efluentes e, simultaneamente, favorecer a compreensão da Química como área do conhecimento relacionada à identificação e ao enfrentamento de problemas ambientais. Como perspectiva futura, recomenda-se a aplicação da proposta em diferentes contextos educacionais, acompanhada de instrumentos de avaliação que permitam analisar suas contribuições efetivas para a aprendizagem dos estudantes.

REFERÊNCIAS

BARUQUE, L. S. *et al.* “Cuidar, saber e agir”: uma proposta de contextualização do Ensino de Química a partir da poluição do Rio Pavuninha. Revista Diálogo Educacional, 2023.

BRACAMONTES-RUELAS, A. R. Application of the Fenton Process for the Removal of Emerging Contaminants in Real Wastewater—A Short Review. Molecules, v. 31, n. 11, 1916, 2026. DOI: 10.3390/molecules31111916.

DEMELASH, M.; BELACHEW, W.; ANDARGIE, D. Context-based chemistry learning: a systematic literature review. Jurnal Pendidikan MIPA, v. 23, n. 4, p. 1446–1463, 2022.

EILKS, I.; LINKWITZ, M. Greening the chemistry curriculum as a contribution to education for sustainable development: when and how to start? Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry, v. 37, 100662, 2022.

JESUS, B. M.; MARTINS, M.; SILVA, M. A. A. Planejamento de uma Sequência de Ensino Investigativa para a Licenciatura em Química: uma proposta para um ensino contextualizado na formação inicial de professores-cidadãos. Revista Insignare Scientia, v. 6, n. 6, p. 790-811, 2023.

LIN, *et al.* Synergistic effects of oxidation, coagulation and adsorption in the integrated Fenton-based process for wastewater treatment: a review. Journal of Environmental Management, v. 306, 114460, 2022.

LIU,X *et al.* Carbonaceous adsorbents in wastewater treatment: from mechanism to emerging application. Science of the Total Environment, v. 955, 177106, 2024.

LIU, X. *et al.* Research Progress on Fenton Process for Industrial Wastewater Treatment: A Comprehensive Review. Catalysts, v. 16, n. 7, 644, 2026. DOI: 10.3390/catal16070644

ISBN: 978-65-83121-31-8 DOI DO LIVRO: 10.29327/5963731

LOURENÇO, T. B. R.; AMARAL, F. P. Queimadas: contextualizando o ensino de Química e a Educação Ambiental. Revista Ciências & Ideias, v. 15, 2024.

OLIVEIRA, C. S. *et al.* O ensino de Química ambiental: a experimentação como potencializadora da aprendizagem significativa sobre a temática poluição atmosférica. Research, Society and Development, v. 13, n. 2, 2024.

PRATES, M. P.; MARCIONÍLIO, S. M. O. L.; MACHADO, K. B.; ARAÚJO, D. M. F. Fenton: A Systematic Review of Its Application in Wastewater Treatment. Processes, v. 11, n. 8, 2466, 2023. DOI: 10.3390/pr11082466.

RIBEIRO, J. P.; SARINHO, L.; NUNES, M. I. Application of life cycle assessment to Fenton processes in wastewater treatment – A review. Journal of Water Process Engineering, v. 57, 104692, 2024.

SANTOS, M. I. *et al.* Tratamento de água como tema gerador de uma sequência didática voltada à Educação Ambiental no Ensino de Química. Scientia Plena, v. 21, n. 8, 087206, 2025.

SANTOS, M. C. N. *et al.* Ensino de Química em contexto profissional: aplicação e análise de uma sequência didática sobre tratamento de efluentes. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 12, n. 3, 2026. DOI: 10.51891/rease.v12i3.24878.

SILVA, K. K. *et al.* Artigo de revisão sobre tratamento de efluentes têxteis por adsorção do azul de metileno por meio do uso do carvão ativado a partir do mesocarpo de coco verde. Revista de Gestão e Secretariado, v. 15, n. 12, e4520, 2024. DOI: 10.7769/gesec.v15i12.4520.

SONG, J. *et al.* The synergistic effect of adsorption and Fenton oxidation for organic pollutants in water remediation: an overview. RSC Advances, 2024.

UNEP. Wastewater: turning problem to solution. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2023.

UNESCO. United Nations World Water Development Report 2024: water for prosperity and peace. Paris: UNESCO, 2024.

ZAMMIT, K. M.; CONNOR, M. C.; RAKER, J. R. Evaluating the level of inquiry in postsecondary instructional laboratory experiments: results of a national survey. Chemistry Education Research and Practice, v. 25, p. 79–91, 2024.