

**A ABORDAGEM DA
TOXICOLOGIA NO ENSINO
DE QUÍMICA: UMA REVISÃO
SOBRE PRÁTICAS
PEDAGÓGICAS E
CONTEXTUALIZAÇÃO NO
ENSINO MÉDIO**

**THE APPROACH TO TOXICOLOGY IN CHEMISTRY TEACHING: A REVIEW OF
PEDAGOGICAL PRACTICES AND CONTEXTUALIZATION IN HIGH SCHOOL**

Ciências Exatas e da Terra, Ciências Humanas, Ciências Biológicas ·

07/05/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/778130068](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/778130068)

Madson Jonhe da Costa¹
Murilo Camelo dos Santos²
Paulo Gibson Farias Bezerra³
Manoel Rodrigues da Silva⁴
Jose Celson de Almeida Souza⁵
Luiz de Souza Nunes Junior⁶
Joenilson Monteiro dos Santos⁷
Winter Moraes dos Santos⁸
Aline de Santana Carvalho⁹
Andria Vanessa Pena Pinto¹⁰
Emanoelle Lopes da Silva¹¹
Luciane Barros Silva¹²

RESUMO

As concepções sobre o papel da experimentação no ensino de Química, ao longo da última década, têm negligenciado a utilização da toxicologia como elemento contextualizador dos conteúdos escolares. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar a inserção da toxicologia no ensino de Química, com ênfase na presença de atividades práticas e nos planejamentos pedagógicos. Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, caracterizada como revisão bibliográfica e análise documental. Foram analisados dez planos didáticos e materiais de apoio utilizados no Ensino Médio, buscando identificar conteúdos relacionados à toxicologia e a ocorrência de práticas experimentais. Os resultados indicam que a temática está presente em 70% dos planos analisados, sendo abordada predominantemente de forma teórica, com destaque para conteúdo como agrotóxicos e toxicidade de metais pesados. Observou-se, contudo, baixa inserção de atividades experimentais. Conclui-se que a toxicologia possui potencial para promover a contextualização do ensino de Química, porém sua aplicação prática ainda é limitada, evidenciando a necessidade de estratégias pedagógicas que integrem teoria e experimentação.

Palavras-chave: Toxicologia; Ensino de Química; Ensino Médio; Contextualização; Experimentação.

ABSTRACT

Over the last decade, conceptions about the role of experimentation in chemistry education have neglected the use of toxicology as a contextualizing element for school content. In this context, the present study aimed to analyze the inclusion of toxicology in chemistry education, emphasizing the presence of practical activities and pedagogical planning. This is a qualitative research

study, characterized as a literature review and document analysis. Ten lesson plans and support materials used in high school were analyzed, seeking to identify content related to toxicology and the occurrence of experimental practices. The results indicate that the theme is present in 70% of the analyzed plans, being addressed theoretically, with emphasis on content such as pesticides and heavy metal toxicity. However, a low inclusion of experimental activities was observed. It is concluded that toxicology has the potential to promote the contextualization of chemistry education, but its practical application is still limited, highlighting the need for pedagogical strategies that integrate theory and experimentation.

Keywords: Toxicology; Chemistry Education; High School; Contextualization; Experimentation.

1. INTRODUÇÃO

Os modelos contemporâneos de ensino de Química têm priorizado currículos centrados em estruturas conceituais, frequentemente organizados a partir de conteúdos presentes em livros didáticos (Ataide e Da Cruz Silva, 2011; Queiroz e Macedo, 2026). Nesse contexto, as diretrizes para o currículo nacional (Educação, 2010) evidenciam a importância de uma educação de qualidade que respeite e valorize a diversidade humana, contribuindo para a construção de uma sociedade mais igualitária no âmbito social e acadêmico.

No entanto, no Ensino Médio, especialmente no ensino de Química, a propagação do conhecimento apresenta limitações, uma vez que a abordagem dos conceitos tende a permanecer restrita às estruturas presentes nos livros didáticos (Delizoicov *et al.*, 2002; Ataide e Da Cruz Silva, 2011; Estulano, 2025; Silva e Da Costa, 2026).

Essa abordagem frequentemente enfatiza conteúdos conceituais em detrimento da contextualização, o que reduz a articulação com os diferentes sistemas educacionais.

Conforme Delizoicov *et. al*, (2002), essa organização programática pode ser influenciada por um currículo pré-determinado. Nessa perspectiva, os autores argumentam que o trabalho em sala de aula deve ser estruturado em torno de um tema comum, no qual o estudo dos conceitos científicos esteja subordinado à discussão de situações concretas, que, em muitos casos, não incorporam o ambiente e a comunidade em que os estudantes estão inseridos.

Segundo Ataíde e Silva (2011), a ausência dessa articulação dificulta a compreensão e a possibilidade de intervenção em problemáticas contemporâneas, como o uso de agrotóxicos, drogas, fármacos e os impactos ambientais causados por metais pesados. O uso inadequado dessas substâncias gera consequências diretas para os produtores, para a saúde humana e para as dinâmicas socioeconômicas, considerando que grandes corporações, em determinados contextos, apresentam resistência à realização de análises mais criteriosas frente a interesses econômicos (Do Sul e Legislativa, 2007).

A Química contextualizada e com abordagem prática, que ultrapassa os limites dos livros didáticos, possibilita ao corpo docente a elaboração de discussões que auxiliam no desenvolvimento e na compreensão de tópicos relacionados à realidade dos discentes. Conforme o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (Brasil, 2002), atividades como a agropecuária apresentam contribuição significativa para o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro, envolvendo práticas que geram impactos ambientais,

sociais e econômicos. Nesse cenário, torna-se necessário o desenvolvimento de conhecimentos que contribuam para a formação de futuros profissionais que poderão atuar nesses setores (Braibante e Zappe, 2012; Cepea, 2021).

Dessa forma, destaca-se a importância da adoção de estratégias de ensino que favoreçam o estabelecimento de relações entre o conhecimento escolar e o contexto em que os estudantes estão inseridos. Essa articulação possibilita o posicionamento crítico, a tomada de decisões e o desenvolvimento de ações socialmente significativas diante de situações-problema, considerando as condições intelectuais, emocionais e contextuais dos discentes (Braibante e Zappe, 2012; Cepea, 2021; Da Silva e De Souza Holanda, 2026; Silva e Da Costa, 2026).

Nesse contexto, o conteúdo de toxicologia, inserido em uma abordagem prática e contextualizada da Química, pode contribuir para a ampliação desses debates em sala de aula, promovendo avanços no âmbito das Ciências da Vida e em outras áreas do conhecimento (Azevedo, 2010; Patricio, 2025). O ensino de toxicologia deve ser compreendido como um processo contínuo, no qual conhecimentos e experiências são acumulados ao longo da formação dos discentes, permitindo a compreensão de atitudes e condutas necessárias à atuação cidadã (Braibante e Zappe, 2012; Cepea, 2021).

A educação varia conforme o tempo e o contexto, sendo influenciada por fatores políticos, econômicos e sociais, especialmente em países em desenvolvimento (Libâneo, 2019; Saviani, 2021). Nesse sentido, configura-se como um processo contínuo e abrangente, capaz de ampliar a informação e o

conhecimento público acerca de problemas ambientais, favorecendo o desenvolvimento de uma postura crítica e a capacidade de intervenção nas decisões que impactam o meio ambiente e a qualidade de vida (Massuchin *et al.*, 2025).

O objetivo deste trabalho foi analisar como a toxicologia tem sido abordada no ensino de Química, com ênfase na presença de atividades práticas e nos planejamentos pedagógicos, tendo como base metodológica a revisão de literatura sobre a temática. Adicionalmente, buscou-se verificar a presença de conteúdos relacionados à toxicologia e a ocorrência de atividades práticas em laboratório no ensino de Química.

Este estudo insere-se no campo das áreas tecnológicas, nas quais se faz necessária a utilização de métodos experimentais, modelagem e simulação para a compreensão de fenômenos físico-químicos (De Andrade Marconi e Lakatos, 2001; Goulart, 2026). A partir dessa perspectiva, tais fenômenos podem ser analisados e posteriormente discutidos em sala de aula, contribuindo para a conscientização dos estudantes acerca das implicações do uso de agrotóxicos e sua relação com conceitos químicos, especialmente entre aqueles que vivenciam atividades agrícolas e o manuseio dessas substâncias (Braibante e Zappe, 2012; Barão, 2025).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. História e Conceitos Gerais em Toxicologia

Ao longo da história evolutiva da civilização, foram desenvolvidas diferentes teorias, narrativas e conceitos, resultantes das contribuições de cientistas e alquimistas que estabeleceram as bases para o desenvolvimento da toxicologia (Cavalcanti *et al.*, 2010;

Zaterka e Mocellin, 2025). A fase inicial desse processo está associada ao primeiro contato humano com a natureza e à identificação das funções e aplicabilidades de substâncias com potencial prejudicial à saúde. Nesse contexto, configura-se a fase primitiva, caracterizada pelo estudo de substâncias tóxicas, então denominadas venenos (Brasil, 2002).

No início da fase moderna, a maioria das substâncias e elementos químicos já havia sido identificada, permitindo a ampliação do conhecimento sobre seus efeitos e aplicações científicas. Esse avanço possibilitou, inclusive, o desenvolvimento de medidas de prevenção relacionadas à exposição a substâncias tóxicas, como nos casos de envenenamento acidental (Cardoso *et al.*, 2001; Da Conceição Sena Filho *et al.*, 2024).

A toxicologia desenvolveu-se paralelamente à história humana, com registros relevantes desde o Egito Antigo. Um dos principais exemplos encontra-se no papiro de Ebers, datado de aproximadamente 1500 a.C., que reúne cerca de 7.000 substâncias medicinais distribuídas em mais de 800 formulações. Esses registros incluem o uso de plantas e outras substâncias, algumas com propriedades tóxicas, como chumbo, cobre e ópio (De Menezes; Gilbert e Hayes, 1961).

Os registros históricos da toxicologia contribuíram para a consolidação de uma perspectiva voltada à saúde do trabalhador. Ao longo do tempo, desde os registros do período anterior à era comum, passando pelas atividades de mineração e construção no Egito Antigo, até os períodos posteriores, incluindo a Idade Média, são observadas referências a exposições ocupacionais, casos de envenenamento e acidentes químicos. Esses eventos compõem

uma sequência histórica que evidencia a evolução do conhecimento toxicológico e suas implicações sociais e laborais (Cardoso *et al.*, 2001; De Toledo Stella, 2022).

Observa-se que os conceitos de toxicologia se desenvolveram de forma gradual no âmbito científico, ainda apresentando forte caráter empírico entre os séculos XVII e XVIII. Nesse período, práticas associadas a formulações empíricas, como as chamadas “poções mágicas”, perderam progressivamente seu domínio conceitual (De Menezes; Gilbert e Hayes, 1961). A partir de meados do século XVIII, a ciência passou a se estruturar em bases modernas, impulsionada pelos avanços no campo da Química, promovendo a transição de práticas associadas à alquimia para um conhecimento fundamentado na experimentação e na reprodutibilidade.

No contexto histórico da toxicologia e da segurança ocupacional, destaca-se a obra *Doenças do Trabalhador*, publicada por Bernardino Ramazzini em 1700, na qual são descritas aproximadamente cinquenta ocupações e suas respectivas doenças. Essa publicação introduz uma perspectiva sistemática sobre a relação entre trabalho e saúde, evidenciando a necessidade de considerar os riscos associados às atividades laborais. A partir dessa abordagem, consolida-se a compreensão de que o ambiente de trabalho deve ser analisado de forma integrada na investigação das doenças ocupacionais (Ecobichon, 1991; Santos *et al.*, 2017).

De acordo com Ecobichon (1991), os conceitos de toxicologia estão associados ao termo “veneno”, derivado do grego *toxikon*. Inicialmente compreendida como a ciência que estuda venenos, a toxicologia amplia esse conceito ao considerar que uma substância pode causar não apenas danos evidentes, mas qualquer tipo de

alteração no organismo. Nesse sentido, a distinção entre substâncias tóxicas e não tóxicas está diretamente relacionada à dose ou quantidade administrada. A partir dessa perspectiva, a toxicologia passa a abranger o estudo da natureza, dos mecanismos de ação das substâncias tóxicas e da avaliação das alterações biológicas decorrentes da exposição a agentes químicos (Fonseca *et al.*, 2017).

Dessa forma, a toxicologia concentra-se nos efeitos que substâncias químicas podem causar em organismos vivos, tendo como objetivo a prevenção de efeitos adversos e o estabelecimento de condições seguras para o uso dessas substâncias (Fonseca *et al.*, 2017). Essa abordagem amplia seu escopo para além da análise de efeitos tóxicos, incorporando uma dimensão preventiva, o que reforça sua relevância para o ensino e discussão em contextos educacionais (Da Cunha, 2012).

No Brasil, a toxicologia passou a se consolidar como disciplina a partir da década de 1950, sendo atualmente reconhecida como uma área científica voltada à promoção, proteção e recuperação da saúde de trabalhadores e da população em geral. Nesse sentido, configura-se como uma área de conhecimento que articula aspectos relacionados à saúde, doença e trabalho.

A toxicologia representa, portanto, um campo relevante para a compreensão dos efeitos de produtos químicos, fármacos e agrotóxicos, considerando suas interações com o meio ambiente e com os organismos vivos. Caracteriza-se como uma área multidisciplinar que investiga os danos causados por agentes tóxicos e busca estratégias de prevenção (Kamrin, 1997; Brasil e Médio, 2002). Nesse contexto, a análise dos efeitos adversos associados à exposição a substâncias químicas evidencia a

necessidade de atualização dos materiais didáticos e das abordagens pedagógicas no ensino de Química, sem desconsiderar a importância das medidas de segurança para profissionais que lidam diretamente com esses agentes, incluindo docentes envolvidos em atividades experimentais (Cabrera e Salvi, 2006).

2.2. Toxicologia por Agrotóxicos no Ambiente Rural

Os trabalhadores rurais estão expostos a quantidades significativas de produtos químicos utilizados nas atividades agrícolas, o que pode resultar em quadros de intoxicação decorrentes de exposições de curto e longo prazo. Apesar da existência de medidas de segurança, ainda são necessárias ações preventivas adicionais para a redução desses riscos, incluindo a implementação e o cumprimento de legislações específicas (Porto e Soares, 2012).

O Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002, regulamenta o uso de pesticidas, cujo emprego é amplamente difundido em função da diversidade de culturas e de sua relevância econômica. Embora esses produtos contribuam para o aumento da produtividade e para a redução do custo dos alimentos, seu uso intensivo pode ocasionar impactos à saúde humana, como alergias, câncer e alterações em organismos animais, além de promover a contaminação ambiental (Porto e Soares, 2012).

Historicamente, os pesticidas foram introduzidos durante o período da Segunda Guerra Mundial, com o objetivo de controlar pragas agrícolas e garantir o abastecimento de alimentos. Posteriormente, com o avanço tecnológico, seu uso foi ampliado, especialmente no Brasil entre as décadas de 1960 e 1970, período em que foram utilizadas diversas formulações, incluindo inseticidas, herbicidas,

fungicidas e raticidas. Esse crescimento esteve associado à expansão do crédito agrícola e ao aumento das exportações (Braibante e Zappe, 2012).

O Brasil figura entre os maiores consumidores mundiais de agrotóxicos, cenário associado ao aumento dos casos de intoxicação. Parte dessas ocorrências está relacionada a exposições acidentais ou ao contato direto com os produtos, agravadas pela insuficiência de equipamentos de proteção individual, pela falta de orientação adequada e pela dificuldade de compreensão das instruções de uso seguro, a ausência de capacitação contribui para a ampliação dos riscos à saúde dos trabalhadores (Braibante e Zappe, 2012; Silva, 2023).

Estima-se que uma parcela significativa dos trabalhadores do setor agrícola esteja exposta a esses produtos, resultando em casos de envenenamento que, em situações mais graves, podem levar ao óbito. Dados da Organização Mundial da Saúde e do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente indicam a gravidade desse problema em escala global (Azevedo, 2010). Além da exposição ocupacional, destaca-se a exposição indireta por meio do consumo de alimentos contaminados e pela proximidade de comunidades às áreas de cultivo, incluindo casos de contaminação de recursos hídricos e pulverização aérea sem controle adequado.

Diante desse cenário, a temática assume relevância para a saúde pública, especialmente para trabalhadores e comunidades que dependem do agronegócio. Torna-se necessário compreender os efeitos da exposição aos pesticidas, que podem incluir irritações cutâneas e oculares, reações alérgicas, distúrbios respiratórios, alterações neuropsíquicas e casos de intoxicação crônica com

manifestação tardia, podendo evoluir para doenças mais graves (Ecobichon, 1991; Porto e Soares, 2012).

Mesmo diante da existência de legislações e normas regulatórias voltadas ao controle e uso de produtos tóxicos, os trabalhadores ainda permanecem expostos a diferentes níveis de contaminação, seja por falhas na fiscalização, uso inadequado ou insuficiência de medidas de proteção. Essa realidade evidencia não apenas a vulnerabilidade desses profissionais, mas também os significativos impactos ambientais e sociais associados ao uso desses produtos, reforçando a necessidade de políticas mais eficazes, ações educativas e estratégias de mitigação mais rigorosas (Ferreira, 2013).

Nesse contexto, destaca-se a importância da educação básica como instrumento de conscientização, especialmente para estudantes inseridos em realidades agrícolas. A abordagem dessa temática no ensino pode contribuir para a compreensão dos riscos e para a adoção de medidas preventivas, favorecendo melhores condições de saúde e segurança no exercício das atividades profissionais (Braibante e Zappe, 2012).

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, fundamentada em revisão bibliográfica e análise documental. Foram selecionados trabalhos científicos relacionados à toxicologia, ao ensino de Química e à experimentação, bem como analisados dez planos didáticos aplicados ao Ensino Médio. A coleta de dados consistiu na identificação, seleção e interpretação de informações relevantes,

com o objetivo de compreender como a toxicologia tem sido abordada no contexto educacional.

A primeira etapa do estudo correspondeu à revisão de literatura, contemplando produções científicas que discutem toxicologia, agrotóxicos, experimentação em laboratório e ensino contextualizado, com ênfase em suas implicações educacionais e sociais no ensino de Química. Essa etapa teve como finalidade identificar propostas pedagógicas que integrem essas temáticas ao processo de ensino-aprendizagem.

Com base nessa revisão, foram mapeados conteúdos de Química e toxicologia passíveis de abordagem em sala de aula, especialmente nas áreas de Química Ambiental, Analítica e Orgânica. Paralelamente, realizou-se a análise de documentos oficiais, legislações e regulamentações que orientam o uso de substâncias tóxicas no Brasil, além da incorporação de dados qualitativos provenientes de estudos relevantes sobre o tema.

Dessa forma, o estudo também assume caráter explicativo, uma vez que envolve a coleta, o registro, a análise e a interpretação dos dados, buscando identificar relações e compreender os fatores que influenciam a inserção da toxicologia no ensino de Química. Esse tipo de abordagem permite estabelecer conexões mais amplas, contribuindo para a formulação de modelos teóricos e para a construção de hipóteses fundamentadas.

De acordo com Marconi e Lakatos (2001), pesquisas dessa natureza favorecem a ampliação de generalizações, a compreensão de fenômenos em maior abrangência e a articulação de hipóteses com

base em procedimentos dedutivos, sustentados pela sistematização de dados oriundos da revisão bibliográfica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. O Uso dos Materiais Didáticos Aplicado a Toxicologia

Para avaliar o processo de transposição didática dos conceitos e aplicações da toxicologia no ensino de Química, foram analisados dez planos didáticos, os quais foram comparados com os conteúdos presentes em livros didáticos do Ensino Médio. A partir dessa análise, verificou-se que os professores podem estruturar suas aulas utilizando diferentes estratégias metodológicas voltadas à contextualização da toxicologia, com destaque para a temática dos agrotóxicos. Essa abordagem tende a variar conforme o contexto escolar e a realidade sociocultural dos estudantes.

Observou-se que propostas de ensino contextualizadas, quando adequadamente estruturadas, contribuem para o desenvolvimento da consciência cidadã dos discentes, ao mesmo tempo em que promovem a integração entre conceitos teóricos e situações do cotidiano. Nesse sentido, o conhecimento fundamentado em conceitos básicos de Química possibilita a construção de estratégias que favorecem o processo de ensino-aprendizagem.

Adicionalmente, os materiais analisados incentivam a elaboração de oficinas temáticas pelos docentes, frequentemente associadas a questões sociais, com o objetivo de inserir a temática da toxicologia no cotidiano dos estudantes. De acordo com Cabrera e Salvi (2006), ao estimular os alunos a ultrapassarem os limites do conteúdo restrito aos livros didáticos, amplia-se a capacidade de identificação

de problemáticas relevantes, como o uso de agrotóxicos, compreendido como uma questão ambiental e de saúde pública.

Essa abordagem favorece o desenvolvimento de uma postura crítica, permitindo que os estudantes relacionem os conteúdos trabalhados em sala de aula com situações reais, incluindo aquelas vivenciadas em seus contextos familiares. Dessa forma, o ensino de Química pode contribuir para a disseminação de informações que auxiliem na redução de riscos de contaminação, tanto no ambiente doméstico quanto em atividades profissionais relacionadas ao uso de substâncias químicas.

4.2. Aplicação de Toxicologia no Ensino de Química

O conceito de toxicologia tem se desenvolvido ao longo dos séculos, passando por diferentes interpretações que, em determinados períodos, contribuíram para imprecisões em sua definição. Até algumas décadas atrás, critérios simplificados eram utilizados para caracterizar substâncias, sem a realização de análises mais aprofundadas de seus efeitos (Braibante e Zappe, 2012). Com o avanço científico, a toxicologia passou a incorporar aspectos relacionados às questões ambientais, à saúde e ao seu papel na sociedade (Fonseca *et al.*, 2017).

Nesse contexto, destaca-se a diversidade de substâncias químicas utilizadas em diferentes atividades, incluindo compostos empregados como reguladores de crescimento, desfolhadores e dessecantes, além das múltiplas formulações de pesticidas, como inseticidas, herbicidas, fungicidas, nematicidas e fumegantes. Esses compostos, amplamente presentes tanto em atividades agrícolas quanto em ambientes domésticos, constituem um eixo relevante

para a abordagem de conteúdos químicos no Ensino Médio (Azevedo, 2010; Guimarães, 2017).

A utilização da temática dos pesticidas no ensino de Química possibilita a contextualização de diversos conteúdos curriculares, contribuindo para a compreensão de conceitos relacionados à toxicologia. Essa abordagem favorece a articulação entre teoria e prática no planejamento pedagógico, permitindo que o professor desenvolva estratégias de ensino alinhadas ao contexto dos estudantes, ao mesmo tempo em que amplia a compreensão sobre os riscos e implicações do uso de substâncias químicas (Braibante e Zappe, 2012).

Os resultados evidenciam que a toxicologia está presente em sete dos dez planos analisados, sendo predominantemente abordada por meio de estratégias de contextualização, especialmente relacionadas ao uso de agrotóxicos. No entanto, verificou-se que essa abordagem ocorre majoritariamente de forma teórica, com baixa presença de atividades experimentais.

5. CONCLUSÃO

A análise realizada evidenciou que o conceito de toxicologia está presente em sete dos dez planos didáticos investigados, sendo abordado predominantemente por meio de atividades contextualizadas e como elemento complementar ao ensino. Contudo, verifica-se que essa abordagem ocorre majoritariamente de forma teórica, com ênfase em conteúdos como massa atômica e identificação da toxicidade de metais pesados, havendo uma inserção ainda limitada de atividades práticas relacionadas à temática.

Apesar dessas limitações, a toxicologia apresenta significativo potencial para se constituir como um eixo temático relevante no ensino de Química. Sua abordagem favorece a articulação entre conhecimentos científicos e tecnológicos e suas implicações sociais, econômicas e ambientais, contribuindo para a formação de estudantes mais críticos e reflexivos.

Adicionalmente, a inserção da toxicologia no planejamento pedagógico possibilita sua integração com diversos conteúdos da disciplina, tais como classificação periódica, funções e reações químicas, além de tópicos de eletroquímica. Essa articulação favorece uma abordagem interdisciplinar, contextualizada e mais próxima da realidade dos estudantes.

Nesse contexto, a ampliação do uso da toxicologia no ensino de Química está diretamente relacionada à elaboração de estratégias pedagógicas mais consistentes, que promovam a integração entre teoria e prática. Assim, o planejamento docente assume papel central na superação da fragmentação dos conteúdos e na promoção de um ensino mais significativo.

Conclui-se que a toxicologia se configura como um eixo temático promissor para o ensino de Química, com potencial para ampliar a contextualização e fomentar o pensamento crítico. Entretanto, sua abordagem ainda é limitada no que se refere à dimensão experimental. Diante disso, recomenda-se a ampliação de estratégias pedagógicas que integrem teoria e prática, contribuindo para um ensino mais significativo e alinhado às demandas contemporâneas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATAIDE, M. C. E. S.; DA CRUZ SILVA, B. V. As metodologias de ensino de ciências: contribuições da experimentação e da história e filosofia da ciência. **HOLOS**, v. 4, p. 171-181, 2011. ISSN 1807-1600.

AZEVEDO, F. A. D. A toxicologia e o futuro. **Intertox. Salvador**, 2010.

BARÃO, P. S. Dilemas sobre agrotóxicos e seus impactos: concepções de alunos de áreas rurais. 2025.

BRAIBANTE, M. E. F.; ZAPPE, J. A. A química dos agrotóxicos. **Química nova na escola**, v. 34, n. 1, p. 10-15, 2012.

BRASIL. Decreto nº 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção ea fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 2002.

BRASIL, P. C. N.; MÉDIO, E. Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. **MEC-SEMTEC, Brasília**, 2002.

CABRERA, W. B.; SALVI, R. F. A ludicidade para o ensino médio na disciplina de biologia: Contribuições ao processo de aprendizagem em conformidade com os pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa. 2006.

CARDOSO, P. C. D. S. et al. Efeitos biológicos do mercúrio e seus derivados em seres humanos: uma revisão bibliográfica. **Rev. para. med**, p. 51-58, 2001.

CAVALCANTI, J. A. et al. Agrotóxicos: uma temática para o ensino de Química. **Química nova na escola**, v. 32, n. 1, p. 31-36, 2010.

CEPEA, D. **Centro de estudos avançados em economia aplicada** 2021.

DA CONCEIÇÃO SENA FILHO, C. A. et al. Abordagem Clínica da Intoxicação: Diagnóstico Diferencial, Manejo Terapêutico e Medidas Preventivas. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 4, p. 1142-1161, 2024. ISSN 2674-8169.

DA CUNHA, M. B. Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula. **Química Nova na Escola, São Paulo,[s. L.]**, v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

DA SILVA, C. A.; DE SOUZA HOLANDA, M. EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA NA ERA DIGITAL: CONCEPÇÕES, DESAFIOS E O USO DAS TDICS EM UMA INSTITUIÇÃO FEDERAL DO PIAUÍ, BRASIL–2025. **Revista Tópicos**, v. 4, n. 29, p. 1-15, 2026. ISSN 2965-6672.

DE ANDRADE MARCONI, M.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos**. Atlas, 2001. ISBN 852242991X.

DE MENEZES, R. F. DA HISTÓRIA DA FARMÁCIA E DOS MEDICAMENTOS.

DE TOLEDO STELLA, T. H. Métodos históricos e arqueológicos para o estabelecimento da cronologia geral do Antigo Egito faraônico. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, v. 38, p. 144-162, 2022. ISSN 2448-1750.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. In: (Ed.): Cortez, 2002.

DO SUL, R. G.; LEGISLATIVA, A. Comissão de Saúde e Meio Ambiente. **Aquecimento global: somos todos responsáveis. Porto Alegre: Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul**, 2007.

ECOBICHON, D. J. Toxic effects of pesticides. In: (Ed.). **Casarett and Doull's toxicology: the basic science of poisons**, 1991. p.565-622.

EDUCAÇÃO, B. M. D. **Resolução nº 4, de 13 de julho de 2010**: Diário Oficial da União Brasília 2010.

ESTULANO, G. S. PERCEPÇÕES DOCENTES SOBRE O USO DE DEDICIS PARA O ENSINO DE HISTÓRIA NO CONTEXTO PÓS PANDÊMICO. **Revista Tópicos**, v. 3, n. 19, p. 1-17, 2025. ISSN 2965-6672.

FERREIRA, Z. R. S. **O ensino de Ciências Naturais e sua importância**: Webartigos 2013.

FONSECA, E. M. D.; DUSO, L.; HOFFMANN, M. B. Discutindo a temática agrotóxicos: uma abordagem por meio das controvérsias sociocientíficas. **Revista Brasileira de Educação do Campo. Tocantinópolis, TO. Vol. 2, n. 3 (jul./dez. 2017), p. 881-898**, 2017. ISSN 2525-4863.

GILBERT, S. G.; HAYES, A. Lessons learned: Milestones of toxicology. **passages**, v. 1478, p. 1534, 1961.

GOULART, R. R. Desenvolvimento e aplicação de uma Sequência Didática para a compreensão das tecnologias e potencialidades da utilização do hidrogênio como fonte de energia. 2026.

GUIMARÃES, E. V. O Papel da Experimentação no Ensino de Ciências e a sua Contribuição para a Aprendizagem Significativa. 2017.

KAMRIN, M. A. **Pesticide profiles: toxicity, environmental impact, and fate**. CRC press, 1997. ISBN 1420049224.

LIBÂNEO, J. C. Finalidades educativas escolares em disputa, currículo e didática. **Em defesa do direito à educação escolar: didática, currículo e políticas educacionais em debate. VII Edipe. Goiânia: Editora da UFG**, 2019.

MASSUCHIN, D. P.; VENTURI, T.; IARED, V. G. Educação ambiental e educação em saúde sob uma lente ecofenomenológica: repensando o currículo educacional. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 13, n. 34, p. 403-431, 2025. ISSN 2525-8222.

PATRÍCIO, K. C. A Química nas Ciências Forenses: Proposta de Sequência Didática para o Ensino de Química no Ensino Médio. 2025.

PORTO, M. F.; SOARES, W. L. Modelo de desenvolvimento, agrotóxicos e saúde: um panorama da realidade agrícola brasileira e propostas para uma agenda de pesquisa inovadora. **Revista brasileira de Saúde ocupacional**, v. 37, p. 17-31, 2012. ISSN 0303-7657.

QUEIROZ, V. H.; MACEDO, S. A. R. Experimentação à Luz da História da Ciência: Uma Revisão Cientométrica de Artigos Publicados em Revistas Científicas entre 1979 e 2024. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 31, n. 1, p. 264-290, 2026. ISSN 1518-8795.

SANTOS, N. G. D. et al. Avaliação toxicológica: elaboração de aulas práticas para alunos dos cursos de biomedicina e medicina. 2017.

SAVIANI, D. Paulo Freire, centésimo ano: mais que um método, uma concepção crítica de educação. **Educação & Sociedade**, v. 42, p. e254988, 2021. ISSN 1678-4626.

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.

SILVA, Y. R. A. Intoxicações por agrotóxicos registradas em sistema de notificação e centros de informações toxicológicas brasileiros: uma revisão integrativa. 2023.

ZATERKA, L.; MOCELLIN, R. C. **Ensaio de história e filosofia da química**. Ideias e Letras, 2025. ISBN 658729572X.

¹ Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE na Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Especialização em Ensino de Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental (IFAP). Especialização em Ciências Forense (FUNIP). Especialização em Gestão Escolar (FUNIP). Especialização em Educação (FUNIP). Especialização em Docência no Ensino Superior (UNIBF). Especialização em Docência no Ensino

de Química (UNIBF). Especialização em Metodologia do Ensino de Química (UNIBF). Graduação em Licenciatura em Pedagogia (UNIBF). Graduação em Licenciatura em Química (UNIFAP). Técnico em Química (IECB). Professor substituto na Secretaria de Estado de Educação do Amapá (SEED AP). Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9435385566748333>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5905-9563>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

² Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE na Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Especialização em Gestão e Docência no Ensino Superior (FATECH). Graduação em Bacharelado em Engenharia Química (UEAP). Técnico em Informática (EEESV). Analista Técnico no Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial no Amapá (SENAI - DR/AP). Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9812836917126140>. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2129-7868>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

³ Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE na Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Especialização em Biotecnologia e Bioprocessos (UEM). Especialização em Gestão e Docência no Ensino Superior (FATECH). Graduação em Licenciatura em química (FAEP). Graduação em Engenharia Química (UEAP). Técnico em Química Industrial (CESFA). Técnico de Laboratório no Departamento de Meio Ambiente da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8589853324437681>. ORCID:

<https://orcid.org/0000-0002-3461-1198>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁴ Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE na Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Mestre em Engenharia Química (UFRGS). Graduação em Bacharelado em Engenharia Química (UEAP). Docente substituto na coordenação do curso de Engenharia Química na Universidade do Estado do Amapá (UEAP). Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7775602335350674>. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1453-1721>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁵ Mestrando em Ensino de Física pelo Programa Nacional de Mestrado Profissional em Ensino de Física (MNPEF) na Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Especialização em Ensino de Física (UNIFAP). Graduação em Licenciatura em Física (UNIFAP). Professor de Física vinculado ao Governo do Estado do Amapá. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7491524723748249>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁶ Mestrando em Matemática pelo Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFMAT) na Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Especialização em Gestão Escolar com Ênfase em Administração, Supervisão, Orientação e Inspeção (FACULESTE). Especialização em Educação Financeira (FACULESTE). Especialização em Metodologia do Ensino de Química (UNIFOZ). Especialização em Matemática, suas tecnologias e o Mundo de Trabalho (UFPI). Especialização em Metodologia do Ensino de Matemática e Física (UNIFOZ). Especialização em Docência no Ensino Superior (FUNIP). Graduação em Licenciatura em Pedagogia

(UNIBF). Graduação em Licenciatura em Matemática (IFAP). Professor substituto na Secretaria de Estado de Educação do Amapá (SEED AP). Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3192343474392242>.

E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁷ Especialização em Ensino Religioso (FATECH). Especialização em Psicopedagogia Institucional. (FATECH). Especialização em Gestão, Supervisão e Orientação Educacional (FATECH). Graduação em Matemática (UNINTER). Graduação em Pedagogia (UNINTER). Graduação em História (UVA). Secretário Escolar em escola da rede estadual do Amapá e Pedagogo vinculado ao Governo do Estado do Amapá. Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6437350124304037>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁸ Especialização em Ciências e Matemática (IFAP). Graduação em Licenciatura em Química (UNIFAP). Tecnólogo em Recursos Humanos (UNIP). Técnico em Eletrotécnica (CEPGRS). Professor substituto na Secretaria de Estado da Educação do Amapá (SEED-AP). Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4879933339705998>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

⁹ Especialização em Metodologia do Ensino de Física e Química (FAVENI). Graduação em Licenciatura em Química (UNIFAP). Técnico em Informática (EEPJBT). Professora substituta na Secretaria de Estado da Educação do Amapá (SEED-AP). Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4855253642074889>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

¹⁰ Especializando em Ensino de Ciências, Matemática e suas Tecnologias (UNIFAP). Graduação em Licenciatura em Química (UNIFAP). Professora substituta na Secretaria de Estado de Educação

do Amapá (SEED AP). Currículo Lattes:
<http://lattes.cnpq.br/1653448972601000>. ORCID:
<https://orcid.org/0000-0002-9008-5997>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

¹¹ Especialização em Educação Especial e Inclusiva com Ênfase em Tecnologia Assistiva (UNIFOZ). Graduação em Licenciatura em Matemática (IFAP). Currículo Lattes:
<http://lattes.cnpq.br/0651891802698148>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)

¹² Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE na Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Mestra em Química Medicinal e Modelagem Molecular pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Especialização em Ensino de Ciências nos anos finais do Ensino Fundamental (IFAP). Especialização em Ciências da Natureza, Suas Tecnologias e o Mundo do Trabalho (UFPI). Especialização em Docência no Ensino de Química (UNIBF). Graduação em Licenciatura em Química (UNIFAP). Técnico em Informática (EEPJBT). Docente substituta na coordenação do curso de Licenciatura em Química na Universidade Federal do Amapá (UNIFAP). Currículo Lattes:
<http://lattes.cnpq.br/9433148104558465>. ORCID:
<https://orcid.org/0000-0003-1678-8851>. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#)