

O ensino da química no meio interdisciplinar: Uma abordagem exploratória

Teaching chemistry in an interdisciplinary environment: An exploratory approach

Enseñar química en un ambiente interdisciplinario: Un enfoque exploratorio

Recebido: 22/03/2024 | Revisado: 30/03/2024 | Aceitado: 31/03/2024 | Publicado: 01/04/2024

Cintia Stefhany Ripke Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1055-6558>

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

E-mail: cintiastefhany@hotmail.com

Eloize Silva Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3340-8374>

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

E-mail: eloizeetaus@gmail.com

Matheus Campos Castro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9918-1491>

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

E-mail: 1996mcastro@gmail.com

Jéssica Souza Alves Friedrichsen

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3909-3617>

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

E-mail: jessicasouza.uem@gmail.com

Alisson de Lima Figueiredo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6553-1625>

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

E-mail: alissonfigueiredo99@gmail.com

Amanda Maisa Silva

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2061-4635>

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

E-mail: amandamaisa93@gmail.com

Amanda da Silva Ramos

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9234-8024>

Universidade Federal do Amazonas, Brasil

E-mail: ramosamandads@gmail.com

Elieae da Silva Gomes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4657-4459>

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

E-mail: elieae2108@gmail.com

Cristiane Renata da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3003-0740>

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

E-mail: dracristianerenata@hotmail.com

Oscar Oliveira Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9631-8480>

Universidade Estadual de Maringá, Brasil

E-mail: oliveirasantos.oscardeoliveira@gmail.com

Resumo

O ensino da Química se mostra fundamental para a rotina em geral. Portanto, a Química permite oferecer uma abrangente e contextualizada visão do mundo, permitindo a conexão de informações de fontes variadas e a análise de problemas interdisciplinares. Desta forma, admite-se que a abordagem interdisciplinar no ensino da Química enriquece a educação, formando cidadãos informados e completos para enfrentar desafios. Neste contexto, esta revisão bibliográfica teve como objetivo explorar a responsabilidade do ensino da química, bem como sua eficácia na abordagem interdisciplinar em relevância ao seu impacto na formação pessoal. Observou-se a partir deste estudo que a abordagem interdisciplinar no ensino da Química emerge como uma estratégia pedagógica essencial para atender às crescentes demandas por uma educação mais relevante e abrangente. Além disso, a Química demonstra seu valor como uma ferramenta fundamental ao integrar-se com outras disciplinas, para a compreensão do mundo natural e sua relação com aspectos sociais, econômicos e ambientais.

Palavras-chave: Química; Educação; Docência; Ensino; Interdisciplinar.

Abstract

The teaching of Chemistry proves to be fundamental for everyday life in general. Therefore, Chemistry allows for offering a comprehensive and contextualized view of the world, enabling the connection of information from various sources and the analysis of interdisciplinary problems. Thus, it is acknowledged that the interdisciplinary approach in teaching Chemistry enriches education, shaping informed and well-rounded citizens to face challenges. In this context, this literature review aimed to explore the responsibility of Chemistry teaching, as well as its effectiveness in interdisciplinary approach regarding its impact on personal development. It was observed from this study that the interdisciplinary approach in teaching Chemistry emerges as an essential pedagogical strategy to meet the increasing demands for a more relevant and comprehensive education. Furthermore, Chemistry demonstrates its value as a fundamental tool by integrating with other disciplines, for the understanding of the natural world and its relation to social, economic, and environmental aspects.

Keywords: Chemistry; Education; Teaching profession; Teaching; Interdisciplinary.

Resumen

La enseñanza de la Química se muestra fundamental para la rutina en general. Por lo tanto, la Química permite ofrecer una visión del mundo amplia y contextualizada, permitiendo la conexión de información de diversas fuentes y el análisis de problemas interdisciplinarios. Así, se reconoce que el enfoque interdisciplinario en la enseñanza de la Química enriquece la educación, formando ciudadanos informados y completos para enfrentar desafíos. En este contexto, esta revisión bibliográfica tuvo como objetivo explorar la responsabilidad de la enseñanza de la química, así como su eficacia en el enfoque interdisciplinario en relación con su impacto en el desarrollo personal. Se observó a partir de este estudio que el enfoque interdisciplinario en la enseñanza de la Química emerge como una estrategia pedagógica esencial para satisfacer las crecientes demandas de una educación más relevante y completa. Además, la Química demuestra su valor como una herramienta fundamental al integrarse con otras disciplinas, para la comprensión del mundo natural y su relación con aspectos sociales, económicos y ambientales.

Palabras clave: Química; Educación; Docencia; Enseñanza; Interdisciplinario.

1. Introdução

De acordo a classificação adotada pela Organização das Nações Unidas são reconhecidas para a Educação, a Ciência e a Cultura os níveis de ensino entre: pré-escolar, primário, secundário e superior (Unesco, 2012). Apesar desta padronização comum categorizada, os sistemas educacionais apresentam variações na sua estrutura e conteúdo curricular, tornando difícil avaliar com precisão o desempenho, tal como monitorar o progresso face aos objetivos nacionais e internacionais determinados (Hardy et al., 2021).

Contudo, compreende-se que amplamente há uma tendência de incorporar disciplinas acadêmicas que estejam mais alinhadas com situações da vida real, buscando proporcionar uma educação mais abrangente e holística (Livstrom et al., 2019; Parga-Lozano, 2019). Assim, à forma como esses currículos são integrados varia de acordo com o sistema escolar e os desafios específicos dos estudantes, também destacando-se à promoção do desenvolvimento no contexto social em que atuarão futuramente (Santos & Porto, 2013).

Neste sentido, naturalmente a química demonstra êxito ao interesse individual como uma perspectiva para a compreensão do mundo natural, o que leva à sua integração em diversas disciplinas biológicas (biologia molecular, a bioquímica, a farmacologia) (Hardy et al., 2021). Do mesmo modo, o conhecimento da química desempenha conexões com a agricultura e nutrição, expandindo à âmbito ambiental e econômico, dentre outros (Blodgett; Feld, 2021; Pereira Dos Santos, 2011).

De acordo com Hardy et al. (2021), compor as atividades no ensino superior com o assunto “química” torna-se fundamental para contextos pessoais, organizacionais, nacionais, e, até globais. Os mesmos autores também elucidam que a promoção da interdisciplinaridade envolve a integração de conhecimentos e métodos oriundos de diversas disciplinas, resultando em uma síntese eficaz das abordagens.

Contudo, uma disciplina acadêmica mostra-se como um ramo do conhecimento que pode ser ensinado ao longo do ensino primário, secundário e superior e continuado. Ou seja, devido ao valor prático da disciplina da química frente às

ciências da vida, ela permite uma abordagem mais abrangente e interdisciplinar, capacitando os estudantes a aplicar seus princípios químicos de maneira eficaz em contextos em todos os aspectos seguidos na vida (Davies et al., 2010).

Portanto, neste contexto o presente estudo teve como objetivo apresentar uma abordagem exploratória a partir de uma revisão bibliográfica descritiva, a fim de demonstrar a responsabilidade do ensino da química, e também sua eficácia na abordagem interdisciplinar, sob relevância ao seu impacto na formação pessoal para o enfrentamento dos desafios do dia a dia.

2. Metodologia

O delineamento do estudo baseou-se em uma revisão bibliográfica com abordagem exploratória e caráter narrativo, sendo uma busca metodológica qualitativa para conhecimento atualizado relacionado ao tema (Pereira, Shitsuka, Parreira, & Shitsuka, 2018). No presente estudo, buscou-se artigos científicos relacionados sobre o tema, por meio de buscas em base de dados eletrônicos, sob artigos científicos publicados em revistas, jornais periódicos, indexados nas bases de dados eletrônicos Google Acadêmico, Scientific Electronic Library Online (SciELO), e portal de periódicos CAPES, usando descritores de base: ensino, química, interdisciplinaridade, ensino da química, ciências, educação.

3. Resultados e Discussão

3.1 Desafios e perspectivas da educação e da química na sociedade

O sistema educacional compreende na preparação abrangente dos alunos através do ensino fornecido por professores qualificados, bem como a formação de futuros profissionais. Portanto, o principal encargo do sistema escolar atual é garantir que alunos e estudantes adquiram novos conhecimentos com o objetivo de aplicá-los de forma prática, assim fortalecendo o desenvolvimento mútuo cotidiano (Feszterová, 2019).

Uma estrutura complexa permeia o sistema educacional no âmbito brasileiro, dividindo-se suas responsabilidades específicas, atuando em diferentes níveis de ensino, englobando escalas municipais, estaduais e federal. Assim, abrangem-se os compromissos de ensino e currículo à nível municipal pela oferta da educação infantil e ensino fundamental, refletidos como uma educação básica. Enquanto a esfera estadual assume a responsabilidade pelo ensino médio a educação profissionalizante e, em alguns casos, o ensino superior. Além disso, à domínio federal, são estabelecidas diretrizes gerais e políticas nacionais de educação pela a principal autoridade, o Ministério da Educação (Brasil, 2018; Cantanhede et al., 2021).

No todo, o sistema educacional varia amplamente entre as diferentes nações, reproduzindo as diferenças culturais, políticas e econômicas. Desta forma, cada país busca equilibrar a autonomia local com diretrizes nacionais para alcançar seus objetivos educacionais específicos, uma vez que, a educação é uma ferramenta vital para o desenvolvimento de sociedades e indivíduos. Isso justifica as conclusões de Ryan et al. (2009), que no seu estudo distingue a importância do contexto e indivíduo local, no caso na China, retificando no compromisso da liderança dos professores e diretores, apoiados pelo governo distrital e regional.

Neste seguimento, a evolução da globalização requer mudanças educacionais significativas, onde a “Química” tem se englobado na promoção da interdisciplinaridade por meio do ensino, desempenhando um papel crucial na abordagem dos desafios relacionados a realidade. Mesmo não atingindo o padrão desejado, os resultados da educação em ciências caracterizam uma era de mudanças rápidas e profundas (Santos & Porto, 2013).

A identidade das áreas do conhecimento de uma educação básica no Brasil é promovida pelo exercício dos componentes curriculares de Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Ensino Religioso (Brasil, 2018). Deste modo, a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias é apresentado em grupos temáticos organizados de forma a promover uma abordagem integrada, destacando a importância da interconexão dos conhecimentos. Isso se deve ao

seu enfoque na oportunidade como um meio de envolver os estudantes na aquisição de novos processos, práticas, métodos científicos e tecnológicos, bem como na promoção da autonomia de expressão, permitindo que os estudantes explorem fenômenos e processos por meio de diferentes abordagens e a criação de hipóteses (Cantanhede et al., 2021).

Compreende-se que, em termos de organização, os cursos superiores podem estar vinculados a cursos teóricos presenciais, ou de modelo instrucional integrado a laboratório, sendo objetivados ao ensino de uma única área da química ou a subdisciplinas “tradicionais” da química (analítica, inorgânica, orgânica e física). Destacam-se os estudos laboratoriais como trabalhos experimentais explorados à áreas emergentes da química compondo de experiências destinadas a capturar uma abordagem interdisciplinar (Monga et al., 2019).

Neste contexto, o valor da Química em nossa vida cotidiana a torna uma disciplina crucial na construção da cidadania, e dependência ao desenvolvimento na formação atual. Essa relevância se estende desde o uso cotidiano de produtos químicos até as múltiplas influências e repercussões no desenvolvimento das nações, nas questões relacionadas à qualidade de vida dos indivíduos, nos impactos ambientais das tecnologias aplicadas e nas escolhas que os cidadãos devem fazer (Pereira dos Santos, 2011).

3.2 A importância da química

A Química é uma disciplina que se dedica ao estudo da matéria e de suas transformações, desempenhando um papel fundamental no avanço da tecnologia e na criação de novos materiais que têm o potencial de impulsionar o progresso da sociedade. No entanto, apesar de seu impacto significativo em nossa vida cotidiana, estudos apontam que muitos estudantes enfrentam dificuldades em compreendê-la, resultando em um desempenho insatisfatório em seu processo de aprendizado (Arruda et al., 2020).

Ainda, a Química é uma disciplina que desempenha um papel crucial na interseção de várias áreas, incluindo ciência, tecnologia, engenharia, matemática e medicina, bem como aquelas influenciadas por essas disciplinas (Hardy et al., 2021). Neste sentido, é reconhecido notavelmente que ao adotar uma abordagem interdisciplinar, o professor promove a integração entre várias disciplinas (Jackson & Hurst, 2021).

De acordo com Jackson; Hurst (2021) uma abordagem interdisciplinar é alcançada por meio de diálogos que ocorrem em situações do dia a dia, com o objetivo de facilitar um processo dinâmico, envolvendo mutuamente a utilização de diferentes técnicas e recursos pedagógicos, que permitem a criação de conexões significativas entre as diferentes áreas de estudo, comumente facilitados pelo ensino da química. Os mesmos autores ainda elucidam que, de entre os quatorze participantes, onze mencionaram a interdisciplinaridade como um aspecto central do pensamento sistêmico, destacando-a como uma das principais vantagens na aplicação dessas técnicas na educação.

À vista disso, ao construir uma argumentação relacionada a questões sociais ligadas à Química, espera-se que os estudantes estabeleçam conexões e se envolvam em discussões éticas, humanitárias e sociais, uma vez que, visam encontrar soluções para problemas que requerem conhecimentos químicos para sua resolução (Arruda et al., 2020). Ainda, ressalta os autores Burmeister et al. (2013), que o ensino de Química deve ser direcionado não apenas para transmitir conhecimento, mas também para desenvolver as habilidades essenciais que capacitam os alunos a desempenhar um papel significativo na sociedade.

Sabe-se que a maneira como os currículos são integrados varia de acordo com o sistema escolar e os desafios específicos ao desenvolvimento social. Neste contexto, no estudo de Hardy et al. (2021), a química é naturalmente se destaca como uma ferramenta valiosa para compreender o mundo natural, o que a torna uma candidata ideal para integração em disciplinas como biologia molecular, bioquímica e farmacologia.

3.3 Avanços do ensino da química no cotidiano

Um ensaio anteriormente promovido por Morra (2018), investigaram exemplos de atividades simulando o mundo real sobre as atitudes dos alunos, em relação à aprendizagem do conteúdo de química orgânica no curso de ciências biológicas, uma vez que, inspirados a identificar como o material do curso “conexões química” poderia aplicado. Como resposta a pesquisa, os alunos demonstraram usar a atividade para aprender, e para discussão entre colegas compartilhando suas descobertas, bem como, aplicando o conteúdo do curso de forma criativa.

No estudo de Castro et al. (2021) foi introduzido uma nova metodologia chamada "Três Momentos Pedagógicos" no ensino de química, com o objetivo de tornar o aprendizado mais interessante e relevante para os alunos, aplicando conceitos químicos ao seu dia a dia, utilizando o tema "Química e Alimentação". Fez-se o uso de um jogo, onde os resultados revelaram que essa sequência didática foi eficaz, promovendo um aprendizado efetivo, estimulando o debate em sala de aula, incentivando os alunos a se tornarem cidadãos mais críticos e ativos em sua comunidade.

Do mesmo modo, exemplos aplicados entre alunos potencialmente se conectam à indústrias, economia, e meio social, conforme demonstrado por Bruce; Reyes; Shetranjiwalla (2023) em aplicações sobre o pensamento sistêmico da química verde aplicada, e ciclo da vida. Neste estudo destacou-se que os alunos foram capazes de conceitualizar ferramentas sustentáveis importantes para a construção da consciência ambiental e social. Este fato associa-se ao pensamento sistêmico interdisciplinar, que envolve a consideração de como os componentes de um sistema se inter-relacionam e interagem entre si para atingir um propósito específico (Teo et al., 2023).

Segundo Santos e Porto (2013), na modernidade deve-se recomendar e buscar a promoção da interdisciplinaridade no contexto educacional como um tema de grande relevância e interesse nas reformas educacionais mais recentes. Nesta visão, para promover a interdisciplinaridade a utilização de estudos de caso históricos mostra-se como uma abordagem inicial viável, a partir da exploração de eventos e descobertas históricas no contexto da ciência e da sociedade, construindo conhecimento científico. Isso é fundamental para uma educação completa, que não apenas ensina fatos e teorias, mas também capacita os alunos a pensar criticamente sobre o papel da ciência em nossa sociedade (Porto, 2019).

Outros assuntos destacam a importância da química desempenhando papel fundamental sobre a pesquisa no avanço de combustíveis e na melhoria da eficiência energética, bem como tem impulsionado o aumento da produtividade da agricultura, a partir da notável transformação do gás nitrogênio em uma forma assimilável pelas plantas, tal como permitiu a criação de fertilizantes químicos nitrogenados (Pereira Dos Santos, 2011).

Os progressos da educação contendo o ensino da química atualmente foram abordados no estudo de Bruce; Reyes; Shetranjiwalla (2023) contornando atualmente problemas ambientais e sociais a partir da síntese sustentável consideradas pela química verde. Em outro estudo, Wartha et al. (2013) retratam que a contextualização e a aplicação prática estimando a área da química, são frequentemente adotados por educadores, autores de materiais didáticos, planejadores curriculares e pesquisadores dedicados ao aprimoramento do ensino de química, capacitando perspectivas cotidianas.

De modo geral, Sousa et al. (2022) reforçam que deve haver uma proposta curricular de ensino comum exercendo abordagens interdisciplinares e transversais, orientada para a integração com as necessidades do mundo contemporâneo, incluindo a produção de bens, prestação de serviços e aquisição de conhecimento. De acordo com Rieckmann (2012), compreende-se que ao atingir o Ensino Superior é adquirido e gerido amplo conhecimento, refletindo os efeitos futuros e decisões orientada para o futuro.

Continuamente, o desenvolvimento de novos projetos, sendo sociais, humanos, ou de pesquisas devem seguir englobando a evolução da química, que tem proporcionado diversas melhorias na qualidade de vida, comprometida aos desafios enfrentados. Da mesma forma, a educação desempenha um duplo papel, reproduzindo sistemas de dominação e contribuindo para a transformação social, tendo nela a compreensão sobre progressos e potencialidades, incentivando

simultaneamente investimentos na área e adquirindo habilidades para lidar com desafios, promovendo avanços e perspectivas positivas (Pereira dos Santos, 2011).

4. Considerações Finais

O ensino da Química tem sua importância ao integrar fundamentais explorações e conceitos na vida cotidiana. Neste presente estudo, revela-se a abordagem da química amplamente promissora, uma vez que aborda a realidade humana. Além disso, a química capacita integrar-se e aplicar-se com diferentes áreas, podendo fornecer aos alunos uma visão mais ampla e contextualizada do mundo que os rodeia, tais como conectar informações de diversas fontes e analisar problemas complexos de maneira interdisciplinar. Portanto, a abordagem interdisciplinar no ensino da Química contribui valiosamente para uma educação mais completa e para a formação de cidadãos informados e completos.

Em conclusão, a abordagem interdisciplinar no ensino da Química pode emergir como uma estratégia pedagógica crucial para atender às crescentes demandas por uma educação mais relevante e abrangente. Do mesmo modo, a Química, ao se integrar no meio interdisciplinar demonstra seu valor como uma ferramenta essencial para a compreensão do mundo natural e sua relação com o contexto social, econômico e ambiental. Portanto, a integração da Química em currículos acadêmicos e a promoção da interdisciplinaridade representam passos importantes em direção a uma educação mais dinâmica e relevante, capacitando os estudantes a enfrentarem os desafios do mundo contemporâneo de maneira mais eficaz. Deste modo, vale ressaltar que, é fundamental que educadores continuem a explorar e desenvolver estratégias interdisciplinares para enriquecer ainda mais a experiência de aprendizado dos estudantes e prepará-los para os desafios do mundo contemporâneo.

Para trabalhos futuros, recomenda-se investigar a implementação prática da abordagem interdisciplinar no ensino de Química, examinando seus impactos no desempenho dos alunos e na resolução de problemas do mundo real. Além disso, é importante explorar a melhor integração dessa abordagem nos currículos escolares, desenvolver recursos educacionais que promovam a interdisciplinaridade e analisar os efeitos a longo prazo dessa abordagem no desempenho dos alunos e na aplicação de conhecimentos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio oferecido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de desenvolvimento científico e tecnológico (CNPq).

Referências

- Arruda, A. M., Jesus, S. D. de, & Catão, V. (2020). Abordando a interdisciplinaridade e a contextualização no ensino de Química por meio de uma proposta didática para discutir o conteúdo de Polímeros no Ensino Médio. *Revista Ponto de Vista*, 9(3), 3–21. <https://periodicos.ufv.br/RPV/article/view/10963/6064>
- Blodgett, D. M., & Feld, M. N. (2021). Teaching an interdisciplinary course in sustainable food systems: science and history meet in “a world that works.” *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 24(9), 138–158. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-02-2020-0044>
- Brasil. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Ministério da Educação (MEC/SEED). http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf
- Bruce, K., Reyes, K. M. D., & Shetranjiwalla, S. (2023). Connecting the periodic table to the planet with systems, life cycle and circularity thinking. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 32, 101018. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2023.101018>
- Burmeister, Mareike; Eilks, I. (2013). Using participatory action research to develop a course module on education for sustainable development in pre-service chemistry teacher education. *CEPS Journal*, 3(1), 59–78. <https://doi.org/https://doi.org/10.25656/01:7666>
- Cantanhede, S. C. da S., Silva, A. F. G., Silva, F. H. S. da, & Silva, M. de F. V. da. (2021). Interdisciplinaridade: características e possibilidades para o ensino de física e química. *REAMEC - Rede Amazônica de Educação Em Ciências e Matemática*, 9(1). <https://doi.org/10.26571/reamec.v9i1.11243>
- Castro, M. C., Ramos, L. W. C., Alves, E. S., & Saqueti, B. H. F. (2021). Química e a alimentação: Uma sequência didática para o ensino de Química utilizando os três momentos pedagógicos para o ensino de funções inorgânicas. *Research, Society and Development*, 10(14), e208101421914.

<https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21914>

Davies, Martin; Devlin, M. (2010). Interdisciplinary Higher Education: Perspectives and Practicalities. In M. Tight (Ed.), *International Perspectives on Higher Education Research* (pp. 311–337). Emerald Group Publishing Limited. [https://doi.org/10.1108/S1479-3628\(2010\)0000005022](https://doi.org/10.1108/S1479-3628(2010)0000005022)

Feszterová, M. (2019). *Interdisciplinary approach for the education of pre-service chemistry teachers*. 030005. <https://doi.org/10.1063/1.5124749>

Hardy, J. G., Sdepanian, S., Stowell, A. F., Aljohani, A. D., Allen, M. J., Anwar, A., Barton, D., Baum, J. V., Bird, D., Blaney, A., Brewster, L., Cheneler, D., Efremova, O., Entwistle, M., Esfahani, R. N., Firlak, M., Foito, A., Forciniti, L., Geissler, S. A., & Wright, K. L. (2021). Potential for Chemistry in Multidisciplinary, Interdisciplinary, and Transdisciplinary Teaching Activities in Higher Education. *Journal of Chemical Education*, 98(4), 1124–1145. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01363>

Jackson, A., & Hurst, G. A. (2021). Faculty perspectives regarding the integration of systems thinking into chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 22(4), 855–865. <https://doi.org/10.1039/D1RP00078K>

Livstrom, I. C., Szostkowski, A. H., & Roehrig, G. H. (2019). Integrated STEM in practice: Learning from Montessori philosophies and practices. *School Science and Mathematics*, 119(4), 190–202. <https://doi.org/10.1111/ssm.12331>

Monga, V., Knox, K. J., Gillis, E. A. L., Stoodley, R., Bussiere, G., & Rogers, C. (2019). Implementation of a Student-Customized Integrated Upper-Level Chemistry Laboratory Course. *Journal of Chemical Education*, 96(8), 1609–1619. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00815>

Morra, B. (2018). The Chemistry Connections Challenge: Encouraging Students To Connect Course Concepts with Real-World Applications. *Journal of Chemical Education*, 95(12), 2212–2215. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00137>

Parga-Lozano, D. L. (2019). A ambientalização do ensino como abordagem do interdisciplinar. *Institute of Science Education*, 6(2), 1–13.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. UFSM. https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Pereira dos Santos, W. L. (2011). A Química e a formação para a cidadania. *Educación Química*, 22(4), 300–305. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30149-6](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30149-6)

Porto, P. A. (2019). História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In O. A. Santos, W. L. P.; Maldaner (Ed.), *Ensino de Química em foco* (2nd ed., 141–156).

Rieckmann, M. (2012). Future-oriented higher education: Which key competencies should be fostered through university teaching and learning? *Futures*, 44(2), 127–135. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2011.09.005>

Ryan, J., Kang, C., Mitchell, I., & Erickson, G. (2009). China's basic education reform: an account of an international collaborative research and development project. *Asia Pacific Journal of Education*, 29(4), 427–441. <https://doi.org/10.1080/02188790903308902>

Santos, W. L. P. dos, & Porto, P. A. (2013). A pesquisa em Ensino de Química como área estratégica para o desenvolvimento da Química. *Química Nova*, 36(10), 1570–1576. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013001000014>

Sousa, F. P. de, Pereira, R. M., & Pires, D. A. T. (2022). A experiência em docência e os obstáculos para o ensino de Química. *Research, Society and Development*, 11(3), e34211326417. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26417>

Teo, C.-C., Wang, X., Tan, S. C., & Lee, J. W. Y. (2023). Enhancing critical thinking in operations management education: a framework with visual-based mapping for interdisciplinary and systems thinking. *Higher Education Pedagogies*, 8(1). <https://doi.org/10.1080/23752696.2023.2216388>

United Nations Educational scientific and cultural organization (UNESCO). (2012). *International Standard Classification of Education, ISCED 2011*. Institute for Statistics. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000219109>

Wartha, E. J., Silva, E. L. da, & Bejarano, N. R. R. (2013). Cotidiano e contextualização no ensino de química. *Química Nova Na Escola*, 35(2), 84–91. http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf