



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA-CENTRAL
CURSO LICENCIATURA EM QUÍMICA

JÉSSICA DA SILVA NASCIMENTO

OS PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE COMO NORTEADORES NO ENSINO DE
QUÍMICA: uma análise das contribuições e desafios no ensino médio

TERESINA
2024

JÉSSICA DA SILVA NASCIMENTO

OS PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE COMO NORTEADORES NO ENSINO DE
QUÍMICA: uma análise das contribuições e desafios no ensino médio

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Licenciatura em Química do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Piauí, Campus Teresina Central.

Orientador: Prof. Drº. Rafael Lisandro Pereira Rocha.

Coorientador: Prof. Me. Maycon Bruno Barbosa Vieira.

TERESINA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Nascimento, Jéssica da Silva

N244p Os princípios da química verde como norteadores no ensino de química : uma análise das contribuições e desafios no ensino médio / Jéssica da Silva Nascimento. - 2025.
45 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, 2025.

Orientador : Prof Dr. Rafael Lisandro Pereira Rocha.

Coorientador : Prof Me. Maycon Bruno Barbosa Vieira.

1. Ensino de química. 2. Educação ambiental. 3. Interdisciplinaridade. 4. Química verde. I. Título.

CDD - 540

Elaborado por Tanize Maria Sales CRB 3/1024

JÉSSICA DA SILVA NASCIMENTO

OS PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE COMO NORTEADORES NO ENSINO DE
QUÍMICA: uma análise das contribuições e desafios no ensino médio

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Licenciatura em Química do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Piauí, Campus Teresina Central.

Aprovada em: 13/09/2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Drº. Rafael lisandro Pereira Rocha (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Drº. Franscisco José Borges dos Santos
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Drº. Irlene Maria Pereira e Silva
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Dedico este trabalho, a Deus, meus pais,
namorado e amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, expresso minha gratidão a Deus, que apesar dos desafios enfrentados ao longo da minha jornada acadêmica, sua bondade e misericórdia nunca me abandonaram.

Aos meus pais, Domingos Lopes Nascimento e Maria do Rosário da Silva Nascimento, meu profundo agradecimento por todo o apoio concedido, que foi essencial para que eu alcançasse meus sonhos e objetivos.

Ao meu namorado, Wallyson Douglas Ferreira Lopes, expresso minha gratidão pelo apoio incondicional, amor e cuidado, que têm sido fundamentais para enfrentar os desafios da vida e me tornar uma pessoa melhor a cada dia, sou imensamente grato por sua presença em minha vida.

Aos meus orientadores, Rafael Lisandro e Maycon Bruno, agradeço pela dedicação, paciência e pelos ensinamentos transmitidos ao longo do tempo. o apoio de vocês foi fundamental para minha vida acadêmica e profissional.

Aos meus amigos, que de várias maneiras contribuíram para este momento especial, especialmente meus amigos de graduação, agradeço pelos aprendizados compartilhados e pelo apoio mútuo que nos ajudou a superar os desafios.

Por fim, expresso minha gratidão a todos que, de alguma forma, contribuíram para minha formação como professora e para a realização deste trabalho, mesmo que não mencionados aqui.

A todos e todas, minha mais profunda gratidão.

“Só se pode vencer a natureza obedecendo-lhe.”
Francis Bacon.

RESUMO

Nos últimos anos, a crescente preocupação com a sustentabilidade e os desafios ambientais têm conferido ao ensino de Química um papel fundamental na formação de cidadãos mais conscientes e críticos. Nesse contexto, no ensino médio, a prática educativa em química norteadas pelos princípios da Química Verde emerge como uma abordagem que visa desenvolver os conhecimentos químicos em consonância com as preocupações ambientais, promovendo uma educação mais contextualizada e significativa. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo, realizar um levantamento dos últimos cinco anos na literatura de ensino de química e refletir sobre as contribuições dos doze princípios da química verde como orientadores do processo de ensino-aprendizagem em química. Para isso foi realizada uma revisão integrativa da literatura, a partir da análise de trabalhos científicos publicados no período de 2019 a 2024 nas bases de dados *American Chemical Society*, *Science Direct* e *Scientific Electronic Library Online*, utilizando os descritores: “Química”, “Química Verde”, “ensino”, “abordagem interdisciplinar” e “Ensino Médio” nos idiomas inglês e português. Foram adotados como critérios de inclusão durante as buscas: artigos completos disponíveis para análise e publicados no idioma português e inglês e com ênfase no ensino médio. E como critérios de exclusão os estudos de outras linhas de pesquisa que não a de ensino. O levantamento de dados resultou em 7 trabalhos. De maneira geral, as análises revelaram que apesar dos desafios, os princípios da Química Verde oferecem contribuições para uma educação mais integrada, holística e consciente, tornando o aprendizado mais relevante e motivador ao contextualizar os conteúdos químicos com as demandas ambientais. Além disso, os dados dos artigos analisados mostraram que ao promover a reflexão crítica sobre o impacto ambiental no ensino de química é possível desenvolver questões socioambientais numa perspectiva interdisciplinar. No entanto, sua aplicação prática enfrenta limitações, como barreiras institucionais e culturais, resistência acadêmica, diferenças metodológicas e falta de formação interdisciplinar.

Palavras-chave: ensino de química; educação ambiental; interdisciplinaridade; química verde.

ABSTRACT

In recent years, growing concerns about sustainability and environmental challenges have given the teaching of Chemistry a fundamental role in shaping more conscious and critical citizens. In this context, at the high school level, educational practice in Chemistry guided by the principles of Green Chemistry emerges as an approach aimed at developing chemical knowledge in alignment with environmental concerns, thereby promoting a more contextualized and meaningful education. Thus, this study aimed to survey the literature on chemistry education from the past five years and reflect on the contributions of the twelve principles of Green Chemistry as guiding elements in the chemistry teaching-learning process. To achieve this, an integrative literature review was conducted, analyzing scientific papers published from 2019 to 2024 in the American Chemical Society, Science Direct, and Scientific Electronic Library Online databases, using the descriptors: “Chemistry,” “Green Chemistry,” “teaching,” “interdisciplinary approach,” and “High School” in both English and Portuguese. Inclusion criteria for the searches were: full-text articles available for analysis, published in Portuguese and English, with a focus on high school education. Exclusion criteria were studies from other research fields not related to teaching. The data collection resulted in 7 papers. Overall, the analyses revealed that despite the challenges, the principles of Green Chemistry offer contributions to a more integrated, holistic, and conscious education, making learning more relevant and motivating by contextualizing chemical content with environmental demands. Furthermore, the data from the analyzed articles showed that promoting critical reflection on environmental impact in chemistry education can help develop socio-environmental issues from an interdisciplinary perspective. However, practical application faces limitations such as institutional and cultural barriers, academic resistance, methodological differences, and lack of interdisciplinary training.

Keywords: chemistry teaching; environmental education; interdisciplinarity; green chemistry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma dos doze princípios.....	17
Figura 2 - Fluxograma da busca e seleção dos estudos nos bancos de dados.....	24
Figura 3 - Métodos de ensino de estudo de caso.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Síntese dos artigos selecionados para compor a revisão.....	25
--	----

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CF	Constituição Federal
DS	Desenvolvimento Sustentável
EA	Educação Ambiental
GSC	Química Verde e Sustentável
JCEd	Journal of Chemical Education
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
QV	Química Verde
STEM	Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática
TPEQ	Tabela Periódica dos Elementos Químicos
TPQVS	Tabela Periódica dos elementos figurativos da Química Verde e Sustentável

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVO.....	15
1.1.1 Objetivo geral	15
1.1.1.1 Objetivos específicos.....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 OS PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE E SUA APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO.....	16
2.2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO TEMA TRANSVERSAL NO CURRÍCULO DE QUÍMICA	17
2.3 DESAFIOS E PERSPECTIVA PARA UMA FORMAÇÃO ECOLÓGICA E CRÍTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a preocupação em relação às questões ambientais e seus impactos socioeconômicos têm crescido exponencialmente e levado à busca pelo desenvolvimento sustentável. Para Holden, Linnerud e Banister (2014) o termo Desenvolvimento Sustentável (DS) surgiu dentro do contexto do relatório Brundtland, em 1987. Este documento traz uma gama de conceitos e princípios amplamente aceita sobre o DS. De acordo com Saldanha (2021), a ideia central do desenvolvimento sustentável envolve assegurar que necessidades da sociedade sejam atendidas sem prejudicar a qualidade de vida das próximas gerações.

Sendo assim, na busca pelo desenvolvimento sustentável e pela implementação de processos químicos ambientalmente responsáveis, a Química Verde (QV), que é definida como o desenho do desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias nocivas à saúde e ao ambiente (Almeida *et al*, 2019), surge como área da química em resposta aos desafios ambientais. Dentre seus objetivos, tem buscado promover principalmente o uso consciente dos recursos e a criação de processos mais ecologicamente corretos, fazendo uma abordagem e relação entre as diversas temáticas sociais, especialmente em relação à sustentabilidade ambiental (Gomes; Lima; Kuriyama; Neto, 2018).

Para tal, a QV faz-se uso de doze princípios propostos por Paul Anastas (1999) e John C. Warner (1998), cujo quais fornecem diretrizes para o desenvolvimento de processos químicos mais sustentáveis e responsáveis, são eles: Prevenção; Economia atômica; Síntese segura; Produtos seguros; Solventes e Auxiliares Seguros; Eficiência energética; Fontes renováveis de matéria-prima; Evitar a formação de derivados; Catálise; Produtos degradáveis; Análise em tempo real para prevenção; Química segura. A criação e a aplicação desses princípios visam a busca por alternativas mais sustentáveis, evitando a geração de resíduos e reduzindo o impacto ambiental ao final do processo (Sousa; Silva; Costa, 2020).

Nesse sentido, para Marques e Machado (2018) a Química Verde, além de apresentar grande importância para a indústria, vem tornando-se fundamental para a pesquisa científica em diversos campos, incluindo a educação. Por integrar conhecimentos das diversas áreas do conhecimento, sua natureza multidisciplinar apresenta-se como uma ferramenta valiosa para uma abordagem interdisciplinar no ensino de química, partindo da influência de seus 12 princípios norteadores (Marco *et al*, 2019).

Assim, as discussões acerca da inclusão dos 12 princípios da QV no contexto educacional e suas influências para o ensino tornaram-se fundamentais, permitindo desenvolver um olhar crítico e consciente sobre sua importância e sendo incorporados, também, em abordagens educacionais como estratégias sustentáveis no currículo de química e, por fim, uso de temáticas relacionada a sustentabilidade e associadas aos aspectos sócios-científicos (Nunes; Gomes; Rocha, 2023). Desse modo, há uma compreensão dos impactos e contribuições desses princípios para o ensino e aprendizagem em química, visto sua relação com o cotidiano e permitir, inclusive ao professor, explorá-los de forma significativa e relevante em sua prática docente (Zanetoni; Leão, 2023).

Na busca por tecnologias mais limpas e pela construção do indivíduo ecológico, a demanda gradativa por abordagens interdisciplinares de ensino tem sido impulsionada pela conscientização ambiental e pela necessidade de desenvolvimento sustentável. Nessa perspectiva, a presente pesquisa se justifica no entendimento que a influência dos seus princípios no contexto educacional, garantindo uma educação inclusiva de qualidade e que pode criar ambientes de aprendizado mais inclusivos e equitativos, onde os alunos são expostos a uma abordagem responsável da ciência que leva em consideração não apenas os aspectos técnicos, mas também os efeitos sociais e ambientais, além de promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida. Para tal, a QV pode ser compreendida como uma ferramenta científica, técnica e prática para o alcance da Química Sustentável, assegurando que os objetivos dos documentos nacionais de educação sejam alcançados (Nunes; Gomes; Rocha, 2023).

Dessa forma, ao buscar avaliar a influência dos princípios da QV numa perspectiva do ensino de química torna-se possível estabelecer conexões entre os conhecimentos científicos com a realidade e o meio socioambiental a partir de uma interdisciplinaridade (Marques; Brancher, 2020). Além disso, as discussões acerca da influência dos princípios da QV no processo de ensino- aprendizagem podem fornecer contribuições significativas na formação dos estudantes, contribuindo para a mudança de percepção, ampliando sua consciência ambiental e estimulando um olhar crítico e reflexivo em relação às questões ambientais e socioambientais, a fim de levar-se a entender enquanto sujeito ecológico.

Sendo assim, partindo-se de um estudo bibliográfico, as discussões sobre os impactos dos princípios da química verde trazem em si o aprofundamento da compreensão dos aspectos relacionados aos princípios no contexto educacional.

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo geral

Realizar um levantamento dos últimos cinco anos na literatura de ensino de química e refletir sobre as contribuições dos doze princípios da química verde como orientadores no processo de ensino-aprendizagem em química.

1.1.1.1 Objetivos específicos

- Investigar a literatura do ensino de química com ênfase nos princípios da química verde nos últimos cinco anos;
- Identificar os desafios enfrentados para a implementação da química verde no contexto do ensino médio;
- Avaliar as limitações e contribuições dos princípios da química verde como norteadores para o ensino de química.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

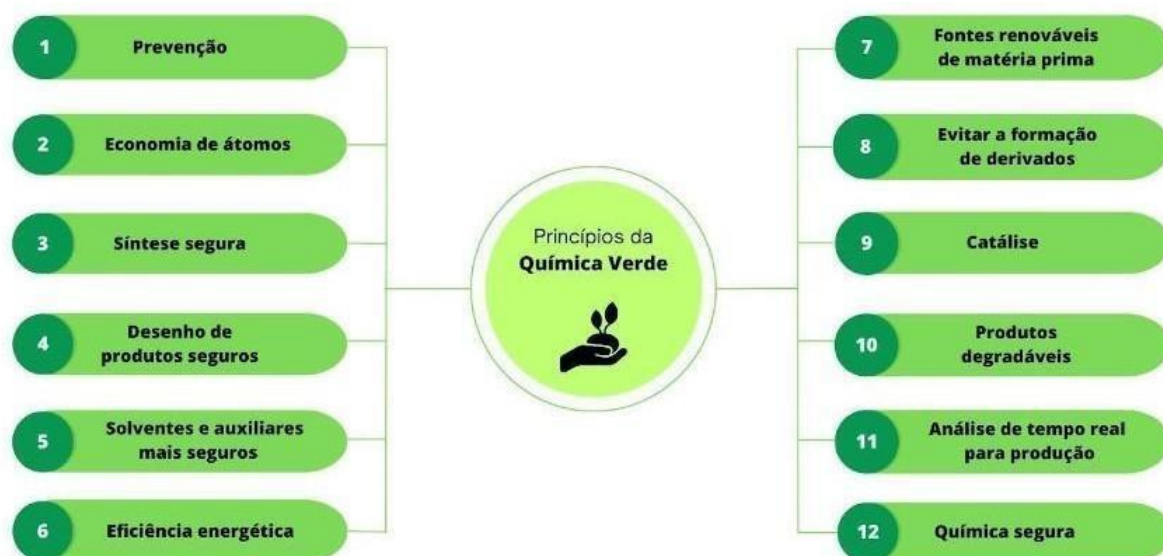
2.1 OS PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE E SUA APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO

Os estudos relacionados à Química Verde (Green Chemistry) e seus princípios emergem como área de pesquisa desde a década de 1990, a partir da Agência Americana de Proteção Ambiental e da Sociedade Americana de Química como um reflexo do movimento ambientalista moderno (1960) e da força expressiva da necessidade de se apresentar o conceito de Desenvolvimento Sustentável. Em decorrência disso, gerou-se uma transição na postura no ensino da Química, passando de reducionista para uma postura sistemática (Sousa; Silva; Costa, 2020).

Sucintamente, os princípios da QV apontam diretrizes que incentivam a criação e aplicação de recursos compatíveis com o ambiente (Melo; Machado; Rodrigues, 2019). A exemplo, a obra de Anastas e Warne (1998) trazem um desenho dos princípios da QV articulados ao desenvolvimento sustentável com foco nas atividades químicas desenvolvidas nas indústrias, bem como no meio acadêmico.

Os autores definem os doze princípios como:

Figura 1 - Fluxograma dos doze princípios.



Fonte: Próprio autor (2024).

No contexto educacional, o ensino de Química fundamentado nos princípios da QV outorga uma perspectiva mais sustentável para ensinar e aprender a ciência, ao mesmo tempo em que expande o ensino tradicionalista e garante uma abordagem que prioriza a segurança dos seres humanos e do meio ambiente (Tavares, 2021). Assim, a aplicação dos

princípios da QV no ensino de Química é pautada na necessidade do planejamento e aplicabilidade de recursos e materiais didáticos- pedagógicos que proporcionem a construção de uma ciência voltada para a sustentabilidade, instigando reflexões, e tomadas de decisões voltadas para a problemática socioambiental. Para isso, espera-se que estes sejam trabalhados partindo da interdisciplinaridade (Melo; Machado; Rodrigues, 2019).

Nesse sentido, a finalidade de se abordar a QV dentro do ensino da Química sob o viés da interdisciplinaridade, de acordo com Base Nacional Curricular Comum (BNCC) (Ministério da Educação do Brasil, 2018), é o “aprimoramento do educando como pessoa humana [...] tendo em vista a construção de uma sociedade mais justa, ética, democrática, inclusiva, sustentável e solidária”, (Brasil, 2018, p. 466), priorizando a necessidade de se encaminhar elaboração de um modelo de currículo voltado para a construção de projetos que foquem na pessoa e coletivo dentro das salas de aula. Surge assim, a substituição do modelo único de currículo do Ensino Médio por um modelo diversificado e flexível.

Nessa perspectiva, a Lei nº 13.415/2017 alterou a Lei de Diretrizes e Bases (LDB 9.394/1996), apresentando objetivos oficiais e uma nova estrutura desta etapa da Educação Básica, conferindo a flexibilização curricular, sendo entendido como Base Nacional Comum Curricular e os itinerários formativos. Esses últimos são organizados para oferecer aos alunos diferentes práticas pedagógicas, que buscam contextualização social, cultural, ambiental e histórica dos saberes apresentados aos discentes (Rodrigues; Charlot, 2023).

Dessa forma, essa abordagem educacional permite que a partir da interdisciplinaridade os educandos desenvolvam-se e apliquem seus conhecimentos nas resoluções de problemas do cotidiano partindo dos três domínios específicos: o de representação; da investigação e da compreensão; e da contextualização sociocultural.

2.2 EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO TEMA TRANSVERSAL NO CURRÍCULO DE QUÍMICA

O currículo da educação básica, em geral, traz uma disposição que visa à organização de conteúdos de maneira fragmentada, gerando um mecânico, cujo qual, ocorre com a incorporação de um conhecimento novo de forma arbitrária, em outras palavras o aluno aprende, mas sem entender compreender do que está aprendendo e qual o seu significado. Este apenas reproduz o que lhe é apresentado como conteúdo, não desenvolve uma

interpretação própria, apenas memoriza os conceitos aprendidos sem chegar a compreender tais conceitos (Brasil; Kalhil; Costa, 2022).

Atualmente, embora tenha tido avanços em abordagens pedagógicas, o ensino de Química no Ensino Médio continua sendo abordado de forma que, em geral, contemple apenas a memorização dos conteúdos, fórmulas, cálculos, fragilizando assim o processo de ensino e dificultando o desenvolvimento da atuação dos alunos em discussões acerca da sociedade moderna, principalmente no que diz respeito às questões ambientais (Fernandes *et al*, 2016)

Nessa visão, o Ensino Médio, com a Lei nº 13.415/2017, que expressa a atual reforma do Ensino Médio, promovendo alterações radicais na proposta da Lei de Diretrizes e Bases (LDB), mais precisamente nessa etapa da Educação Básica. Aqui, a prática pedagógica passa a ter uma visão multifacetada criando práticas de ensino que proporcione a dinamicidade das relações entre as diversas disciplinas, a qual surge com a aplicação de uma prática de ensino interdisciplinar, e contribui para o desenvolvimento do aluno em todos os componentes curriculares, tornando-o uma pessoa mais crítica e participativa (Cardoso, 2014).

Nesse sentido, o ensino de Química, pautada nos princípios da Química Verde, passa a abranger não apenas os conteúdos acadêmicos, como também a possibilidade da formação de um cidadão com uma consciência ecológica, uma vez que, passam a ter conhecimento dos critérios de sustentabilidade, que são características que permeiam a QV científica e suas atividades socioambientais (Nardotto; Bernadelli, 2019).

Nesse contexto, a abordagem numa perspectiva da QV atua como uma abordagem contextualizada capaz de servir como referência para a aplicação em outros contextos educacionais, proporcionando a motivação e a compreensão dos conteúdos, além de encaminhar os alunos em direção à sustentabilidade socioambiental. O que permite com que esses indivíduos sejam capazes de interligar as áreas de conhecimento que têm em comum as ações humanas que afetam diretamente à natureza (Vasconcelos *et al*, 2022).

Nessa perspectiva, a Química Verde e seus princípios têm a preocupação voltada para o desenvolvimento de tecnologias e processos que não causem poluição. Idealmente, a aplicação dos princípios da Química Verde dentro do ensino da Química no Ensino Médio conduz os alunos ao entendimento da regulamentação, do controle descarte dos resíduos químicos, para não causar a remediação desnecessária. Em outras palavras, estes beneficiam a promoção da educação ambiental, no sentido de fazer com que os discentes compreendam

os problemas ambientais e reflitam sobre as suas contribuições individuais (Santos; Royer, 2018). Para os autores, Santos e Royer (2018),

A Química e a educação ambiental proporcionaram a formação do aluno de maneira a incentivar a melhoria do sistema de produção, onde a idealidade e a realidade caminham juntas. Também ofereceram conhecimento para que o aluno fosse capaz de diagnosticar, conhecer, reverter, tratar e minimizar os problemas ambientais (Santos; Royer, 2018, p. 151).

Entende-se, portanto, que para a formação de cidadãos conscientes e ecológicos, é importante que as escolas adotem práticas educacionais que despertem discussões voltadas para o enfrentamento destes problemas, além de permitir que as pessoas adotem novos hábitos, com uma participação ativa na defesa do meio ambiente (Silva; Royer; Zanatta, 2022).

Em suma, a interdisciplinaridade nas aulas de química permite o desenvolvimento de um processo ensino-aprendizagem fluente, no qual o aluno consegue estabelecer relação entre ideias e realidade, teoria e ação. Construindo conhecimentos globais, bem como de uma visão mais ampla da ciência (Moura; Sousa; Mendes, 2021).

2.3 DESAFIOS E PERSPECTIVA PARA UMA FORMAÇÃO ECOLÓGICA E CRÍTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Com o desenvolvimento industrial e econômico dá origem aos primeiros impactos ambientais. Assim, surge necessidade de trazer à tona a sensibilização da sociedade, principalmente nas escolas, partindo da Educação Ambiental (EA), pois esta permite compreender seus processos e etapas de fato como são, levando assim a uma tomada de consciência por parte das pessoas (Souza, 2022).

A Constituição Federal (CF) brasileira foi a primeira a apresentar uma lei específica que aponta quais ações são entendidas como crimes ambientais e quais as penalidades, a Lei 9.605/98, na qual protege o meio ambiente de atividades que podem causar danos ao mesmo. A constituição brasileira no Art. 225 proclama o direito a todos os cidadãos em ter “um meio ambiente ecologicamente equilibrado e de uso comum e essencial, impondo ao poder público o dever em protegê-lo para suas gerações futuras” (Brasil, 1998).

Ademais a CF ainda traz pontos referentes a uma educação voltada para as questões ambientais e pela busca de preservação do meio ambiente, e de meios para o combate aos problemas ambientais, e que a educação centrada na preservação do meio ambiente deve ser abordada em todos os níveis da educação, assim, o Art 225 afirma que,

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo- se ao poder

público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (Brasil, 1988).

A Educação Ambiental no Ensino Médio pautada na interdisciplinaridade do ensino de Química centrada nos princípios da Qv é entendida como um exercício da cidadania, pensamento “contrário ao perfil crítico em relação à temática ambiental de formação do educador químico, delineado nas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química” (Magela; Mesquita, 2020, p. 37). Dessa forma, garante-se a formação de uma consciência ecológica, além de despertar novos entendimentos e sensibilidades em relação à degradação ambiental e os impactos dessa ação a sociedade, como “as queimadas, desmatamento, poluição hídrica, degradação do solo entre outros”, uma vez que se estabelece o conceito e a conscientização de sustentabilidade entre os alunos, bem como ainda fomenta a formação de novos cidadãos com pensamentos críticos e éticos (Hoffman; Sobrinho, 2022).

É válido lembrar que mesmo a EA sendo uma importante parte do currículo escolar, uma vez que promove a conscientização de um cidadão ecológico, muitas das vezes acaba sendo negligenciada, pois a escola, professores e o próprio currículo ainda estão focados exclusivamente na preparação dirigida para as avaliações, buscando apenas um bom desempenho e, dando ênfase uma educação mecânica, oposto ao que propõe a EA. E, essa prática, só reforça os sentimentos negativos em relação a possíveis experiências avaliativas (Oliveira, 2017).

A inclusão de uma perspectiva pautada nos princípios da QV no processo ensino-aprendizagem traz desafios para os professores de todos os níveis de ensino e de todas as áreas do sistema educacional, pois torna-se necessária a busca de novos conceitos e competências relacionadas aos seus princípios enquanto parte do currículo do ensino de Química. Tal busca exige que o educador se mantenha atualizado e agregue objetivos verdes às suas práticas e ações pedagógicas, possibilitando assim que os alunos descubram e desenvolvam uma nova perspectiva acerca da Química em sua atuação (Melo, 2019).

Portanto, permite-se entender que por mais que os professores tenham a iniciativa de aplicar estratégias voltadas para interdisciplinaridade no ensino da QV, buscando a formação de alunos voltados para uma perspectiva ecológica, muitas vezes são limitados pela escassez de recursos e materiais que garantam um trabalho eficiente (Neve, 2022).

De acordo com Nunes, Gomes e Rocha (2023) a QV prioriza a geração de menos resíduos, partindo de atividades experimentais em escala reduzida. O que justifica a importância da implementação do estudo dos seus princípios e da sua aplicação na síntese

de compostos buscando uso e vantagens dos mesmos, levando ainda aos estudantes a desenvolverem um olhar e pensamento crítico em relação aos problemas ambientais e ao desenvolvimento sustentável. Dessa maneira, de acordo com as habilidades que o professor de química pretende desenvolver ao longo das aulas, sugere-se uma metodologia de ensino diferente, no qual busca trazer a interdisciplinaridade e da contextualização dos seus conteúdos junto aos princípios da QV de modo que os alunos possam verificar o significado do seu aprendizado, suas relevâncias e sua importância no contexto geral dentro da sociedade.

3 METODOLOGIA

Segundo Gil (2017), a pesquisa é definida como um processo racional e sistemático, com a finalidade de oferecer soluções para os problemas propostos. Além disso, para o autor, a pesquisa avança quando o conhecimento científico é combinado com a realidade existente e quando existe a utilização dos métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. Além disso, para Gerhardt e Silveira (2009) há uma diversidade de pesquisa quanto à sua abordagem, sua natureza, seus objetivos e seus procedimentos. Nessa perspectiva, este estudo é classificado como uma pesquisa qualitativa. Na concepção das autoras esse tipo de abordagem não se preocupa com visibilidade numérica, mas sim com aperfeiçoamento da compreensão de aspectos relevantes na investigação da especificidade do tema, o que convém ser feito da sua totalidade.

Quanto aos objetivos, este estudo se classifica como descritivo, uma vez que, de acordo com Gil (2017), esse tipo de pesquisa visa observar, analisar e descrever as características de um determinado fenômeno que podem ser estudados com bases em técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como questionamentos e a observação sistemática, na qual exige do pesquisador uma série de conhecimentos prévios acerca do tema.

Quanto aos procedimentos que nortearam as técnicas e instrumentos de coleta de dados, este estudo possui revisão bibliográfica. Para Gerhardt e Silveira (2009), esse tipo de pesquisa é elaborada com base em material já publicado, buscando compreender, obter informações e propor respostas sobre o tema estudado. Sendo assim, o presente trabalho trata-se de uma revisão integrativa da literatura, tendo em vista que trata-se de um método que tem como objetivo reunir e sintetizar estudos já existentes sobre um determinado tema ou questão de pesquisa. Além disso, é denominada integrativa, pois permite combinar dados da literatura investigativa e empírica, além de agregar um vasto leque de pretensões, e se destaca como uma abordagem metodológica pois visa reunir o conhecimento existente e facilitar a aplicação prática dos resultados de estudos relevantes, contribuindo para a síntese e análise de informações (Souza; Silva; Carvalho, 2010).

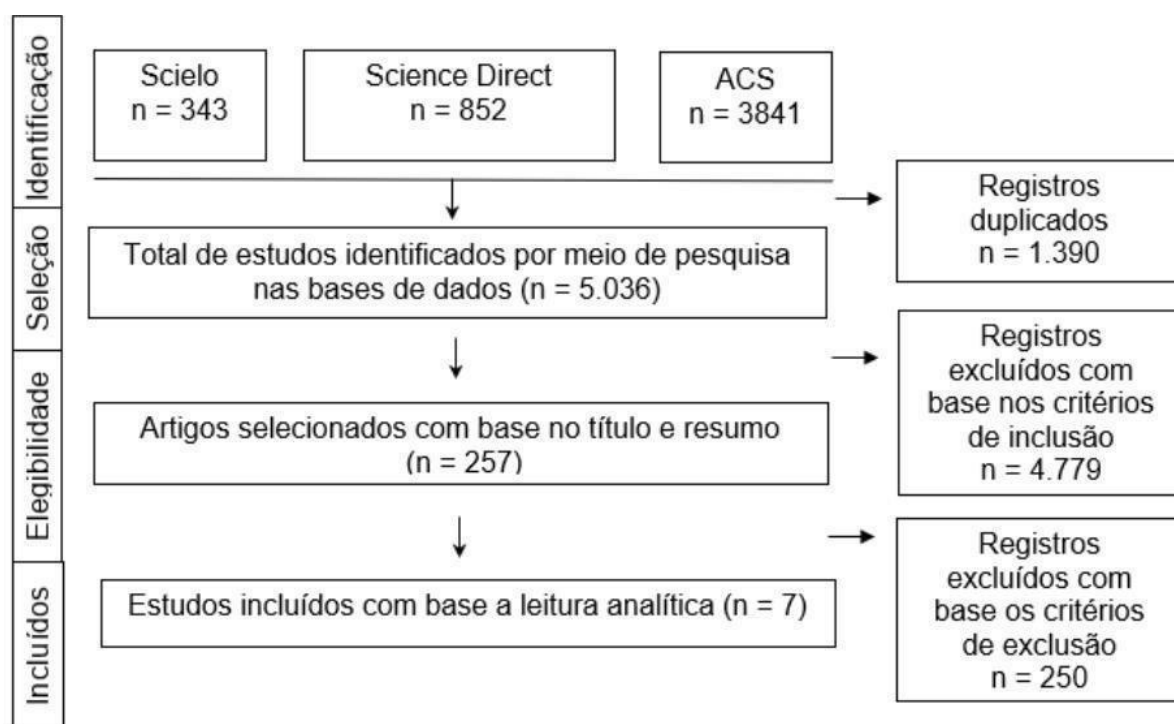
Portanto, nessa perspectiva, o levantamento e seleção de materiais necessários para elaboração da presente pesquisa foram realizadas entre os meses de outubro de 2023 a março de 2024, por meio de buscas nos seguintes bancos de dados: *American Chemical Society* (ACS - <https://www.acs.org/>), *Science Direct* (<https://www.sciencedirect.com>) e

Scientific Electronic Library Online (Scielo - <https://www.scielo.org/>). A consulta foi realizada usando os seguintes descritores: “Química”, “Química Verde”, “ensino”, “abordagem interdisciplinar” e “Ensino Médio” através de dois idiomas inglês e português.

Foram adotados como critérios de inclusão durante as buscas: artigos completos disponíveis para análise e publicados no idioma português e inglês entre os anos de 2019 a 2024, e trabalhos com ênfase no ensino médio.

Estabeleceu-se previamente como critérios de exclusão os estudos de outras linhas de pesquisa que não a de ensino e outras modalidades de estudos que não os artigos. Os resultados de busca foram sumarizados e apresentado no fluxograma a seguir:

Figura 2- Fluxograma da busca e seleção dos estudos nos bancos de dados



Fonte: Próprio autor (2024).

Após a leitura dos títulos e resumos e com base nos critérios de exclusão e inclusão, foram selecionados 7 trabalhos para este estudo por apresentar enfoques relevantes que evidenciam a questão norteadora desta pesquisa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, são apresentados os principais pontos abordados nos artigos selecionados sobre o ensino de Química Verde. Observa-se que os artigos exploram uma

variedade de tópicos relacionados ao ensino de Química Verde, desde propostas de modelos pedagógicos até atividades práticas destinadas a promover uma aprendizagem significativa e contextualizada.

De maneira geral, os artigos abordam diferentes aspectos da QV no ensino médio. O trabalho T1, por exemplo, propõe modelos para formação de professores, enquanto T2 destaca a importância de experimentos laboratoriais ecológicos. O trabalho T3 observa que embora haja um aumento nas publicações da área, ainda é incipiente e precisa de melhorias. Nessa perspectiva, T4 apresenta um módulo baseado em casos capaz de aumentar o conhecimento dos alunos em relação a QV, enquanto T5 enfatiza a necessidade de reformar currículos para incluir a Química Verde. Paralelamente, em T6 os autores defendem a adaptação da tabela periódica para promover novas abordagens. Por fim, o T7 propõe um método para desenvolver uma consciência crítica sobre ciência e sustentabilidade.

Tabela 1 - Síntese dos artigos selecionados para compor a revisão.

Código	Título	Autor/ano	Objetivo	Resultados
T1	Os modelos de abordagem da Química Verde no ensino de Química	Sandri e Filho., 2019.	Construir possíveis modelos de abordagem para a inserção da QV na formação de professores da Química, inserida nos currículos e na didática da sala de aula.	Depreende-se do exposto que a inserção da QV na formação de professores deve considerar os diferentes modelos de abordagem dessa temática, para assim nortear propostas de aplicação no Ensino. Médio que, vinculadas a correntes pedagógicas críticas e

				progressistas, favoreçam atingir um ensino mais contextualizado e emancipatório.
T2	Mudando o paradigma do ensino de Química ao tornar o laboratório de ensino médio mais ecológico	Hoffman e Dicks., 2020	Discutir a importância da incorporação dos princípios da Química Verde no ensino de Química do ensino médio, com foco em experimentos gravimétricos, e apresentar uma atividade de laboratório que integra esses princípios.	A incorporação dos princípios da Química Verde no ensino de Química do ensino médio, com foco em experimentos gravimétricos, pode ser benéfica para o aprendizado dos estudantes, visto que a prática é a melhor maneira de fixar conteúdo, apesar de que, o estudo revelou que os alunos não estão predispostos a critérios de sucesso experimental que

				se assemelham ao rendimento experimental. além disso, os resultados mostraram que os estudantes foram capazes de fazer uma avaliação informada do design experimental e que a incorporação de rubricas de avaliação pode ser útil para melhorar o desempenho dos estudantes.
T3	Ensino de Química Verde para a sustentabilidade em trabalhos publicados pela Journal of chemical education	Marques <i>et al.</i> , 2020.	Discutir propostas e relatos de experiências de ensino de Química Verde (QV) em artigos do Journal of chemical education (JCED) até 2019.	Embora haja uma quantidade significativa de artigos publicados sobre ensino da Química Verde (QV), a pesquisa ainda é incipiente se comparada à própria

				Química. Além disso, há uma tendência forte em considerar a necessidade de melhorias nos recursos de ensino de química para o ensino de QV e desenvolver habilidades “Verde” nos alunos.
T4	Cleaning Our World Through Green Chemistry: Introducing High School Students to Green Chemistry Principles Using a Case-Based Learning Module	Mooring e Ballard., 2021.	Apresentar um módulo interativo baseado em casos para engajar e educar estudantes do ensino médio sobre os princípios da química verde, com intuito de despertar o interesse dos alunos em carreiras STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática) e atuar como um agente de	Os estudantes demonstraram um conhecimento mais abrangente e atitude em relação à química verde após a participação na atividade proposta.

			mudança para o futuro.	
T5	Tornar o currículo de química mais ecológico como uma contribuição para a educação para o desenvolvimento sustentável: quando e como começar	Eilks e Linkwitz., 2022.	Discutir a importância da educação em química verde e sustentável (GSC) no ensino médio, bem como propor modelos para a integração da GSC no currículo escolar de química.	Foram identificados que os currículos de química precisam abordar o GSC para fornecer aos alunos uma imagem adequada da química moderna, além disso, propõe quatro modelos para a integração da GSC no currículo escolar de química e destaca a necessidade de reformas nos padrões educacionais e currículos nacionais para incorporar aspectos da filosofia e prática da GSC e fornecer aos alunos uma imagem

				contemporânea da química moderna.
T6	Química Verde e a tabela periódica de anastas e zimmerman: tradução e alinhamentos com o desenvolvimento sustentável.	da Silva Júnior <i>et al.</i> , 2022.	Apresentar a tradução e adaptação da Tabela Periódica dos elementos figurativos da Química Verde e Sustentável (TPQVS) proposta pelos pesquisadores Paul T. Anastas e Julie B. Zimmermam, bem como elucidar possibilidades didáticas para sua utilização nas diversas modalidades de ensino de Química Verde.	A TPQVS pode estimular a reflexão de novas abordagens dos princípios da Química Verde e da Engenharia Verde nas mais diversas modalidades de ensino ao permitir uma visão criativa e integradora de seus elementos figurativos. Especialmente o Brasil tem imenso potencial para liderar nesse cenário, Proporcionando novas abordagens, na tríade ensino, pesquisa e

				extensão, para introduzir essa filosofia verde na educação formal e não formal.
T7	Proposições acerca da experimentação formativa para Educação Química	Andrade e Zeidler., 2023.	Apresentar um desenho metodológico para atividades experimentais, que busca o desenvolvimento de uma formação crítica, por meio da transformação do pensamento, para uma consciência crítica sobre a ciência e suas relações sobre a realidade social, econômica e ambiental.	O desenho de uma proposta de Abordagem Experimental Formativa se apresenta como uma contribuição para a melhoria de dois aspectos da Educação Química: a superação das visões simplistas que comprometem a compreensão sobre o papel da Experimentação e a construção de caminhos teóricos e metodológicos que viabilizem uma formação mais reflexiva e crítica para o Desenvolvimento Sustentável.

Fonte: Próprio autor (2024).

O trabalho T1 analisa a abordagem da QV no ensino de química destacando estratégias pedagógicas capazes de abordar os princípios e práticas da Química Verde no currículo educacional com foco nos vieses técnico/instrumental e na vertente crítica. Dessa forma, os autores apresentam três modelos de práticas pedagógicas: o modelo um está associado à tendência técnica/instrumental; o modelo dois traz elementos críticos de ensino da QV; e o modelo três, insere-se numa proposta crítica da QV (Sandri, Filho, 2019).

Entende-se que o primeiro e segundo modelo apresentado estão vinculados à primeira vertente, que é caracterizada por um foco no conhecimento técnico que busca tornar os processos e atividades químicas menos impactantes ao meio ambiente, sem necessariamente questionar as relações mais amplas entre a química, a sociedade e a natureza. O terceiro define-se como a análise crítica das práticas educacionais aplicadas (Sandri, Filho, 2019).

Diante disso, ao incorporar nas práticas educacionais os princípios da Química Verde, partindo da abordagem técnico/instrumental e da vertente crítica, leva-se os professores e alunos a reconhecerem e compreenderem as diferentes perspectivas teóricas e práticas relacionadas à QV. Isso permite que as propostas de ensino desenvolvidas estejam em sintonia com abordagens pedagógicas que priorizam a crítica, a contextualização e o protagonismo do aluno em seu processo de aprendizagem (Pontes, 2022).

Complementando essa perspectiva, o trabalho T2 demonstra que a inclusão dos princípios da QV no currículo de Química no ensino médio não apenas enriquece a compreensão dos alunos sobre a sustentabilidade, mas também os capacita a avaliar criticamente a eficácia experimental. Desse modo, os estudantes, ao desenvolverem seus próprios experimentos e critérios de sucesso, mostraram-se mais propensos a considerar métricas da QV, como a intensidade de massa do processo, em suas análises. Essa abordagem direciona os alunos a uma análise fundamentada e reflexiva, levando em conta a precisão e reprodutibilidade dos experimentos, o controle de variáveis, a acurácia dos resultados, a análise estatística, as limitações do estudo e a relevância e aplicabilidade dos resultados. Assim, a pesquisa não apenas promove uma compreensão mais profunda dos princípios da Química Verde, mas também incentiva uma avaliação crítica das evidências científicas, preparando os alunos para uma prática científica mais consciente e responsável (Hoffman, Dicks, 2020).

Embora essas abordagens possam não explorar a complexidade total da Química Verde, elas representam um passo significativo na integração de conceitos e práticas sustentáveis no ensino de química, contribuindo para uma conscientização mais ampla sobre a importância da sustentabilidade na educação científica. Assim destacado em T2, é fundamental considerar como os princípios da QV, com suas limitações e contribuições, podem orientar a adoção de práticas interdisciplinares no currículo de Química, conforme corroborado por Neto (2010).

Nessa linha, o trabalho T3 ressalta a importância de estudos adicionais para aprofundar a compreensão dos princípios e sua implementação prática. A análise dos artigos sobre QV na *Journal of Chemical Education (JCEd)* revela que existe um baixo volume nos trabalhos sobre a integração eficaz dos princípios da QV nas aulas de Química, que pode ser fortalecida com uma compreensão mais clara dos aspectos teóricos e práticos. Além disso, os autores corroboram com o pressuposto de que novos estudos realizados neste campo podem ser fundamentais para auxiliar professores e pesquisadores a distinguirem entre a racionalidade teórica e prática da Química Verde, fornecendo uma compreensão clara dos princípios teóricos e práticos da Química Verde e destacando sua importância e aplicação em diversos contextos educacionais.

Desse modo, os autores ressaltam que apesar do baixo volume de publicação para o ensino de química verde, a JCEd tem como objetivo fornecer recursos aos educadores de química e suas instituições, o que é de extrema importância para o “aumento do número de estudos de casos e relatos de experiências e atividades práticas” (Marques *et al*, 2020, p.10). Esse aumento significativo de práticas e reflexão leva ao ensino de química orientado pela QV e pautada em seus princípios, resultando em mudanças graduais e práticas sustentáveis de fácil implementação nos contextos educacionais. Tais medidas podem incluir a introdução de experimentos de laboratório mais sustentáveis, a incorporação de materiais de ensino eco-friendly e a promoção de práticas de gestão ambiental nas instituições educacionais.

Ao analisar os dados obtidos do trabalho T4, identificou-se a intenção de apresentar a importância das atividades voltadas para os estudos de casos dentro das aulas de Química, utilizando quatro dos doze princípios da QV: Prevenção, Economia de Energia, Uso de Materiais Renováveis e Redução de Substâncias Perigosas. Essas atividades visam conectar a teoria com exemplos reais de aplicações da Química Verde em diferentes setores, como a indústria, agropecuária e saúde. Nesse sentido, o trabalho T4 afirma que “os métodos de ensino de estudo de caso aumentam a motivação dos alunos de química

para aprender os tópicos importantes abordados” (Mooring, Ballard, 2021). Conforme mostra o fluxograma abaixo:

Figura 3 - Métodos de ensino de estudo de caso.



Fonte: Próprio autor (2024).

As etapas apresentadas na figura 2, quando utilizadas juntas, fornecem uma estrutura educacional interdisciplinar para o ensino da QV, conforme apresentado e ressaltado em T4. Assim, é possível que os alunos desenvolvam não apenas conhecimento teórico, mas também habilidades práticas, consciência crítica e um senso de responsabilidade ambiental e social (Sousa, Silva, 2019). Porém, todas as etapas descritas apresentam algumas limitações: complexidade dos problemas ambientais, simplificação dos princípios da Química Verde, limitações dos casos de estudo, restrições nas atividades práticas e complexidade da discussão e reflexão.

Em contrapartida, a experimentação formativa, que envolve atividades práticas realizadas pelos alunos durante o processo de ensino-aprendizagem abordado em T4, tem como objetivo desenvolver habilidades científicas, promover a compreensão dos conceitos químicos e fomentar o pensamento crítico. Nessa perspectiva, a experimentação formativa transcende as práticas convencionais de laboratório, incorporando o conceito de formação crítica que vai além de simplesmente seguir boas práticas de laboratório, envolvendo a integração de conhecimentos e práticas que incentivam o questionamento, a revisão e o desenvolvimento de abordagens mais apropriadas para a formação de profissionais (Mooring, Ballard, 2021).

Nesse cenário, no trabalho T5, os autores acreditam que tornar o currículo de química mais ecológico é uma contribuição essencial para a educação na perspectiva do desenvolvimento sustentável, preparando os alunos para compreender e enfrentar os desafios ambientais do século XXI. Tal transformação terá início com a integração gradual dos princípios da Química Verde em todos os níveis de ensino e a adoção de práticas relacionadas à Química Sustentável em diversas abordagens educacionais (Eilks, Linkwitz, 2022).

Essa visão do T5 foi recentemente implementada pela BNCC e inicia-se ainda no ensino fundamental com a introdução de conceitos básicos de sustentabilidade indicados pela décima competência da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), destacando a importância de práticas químicas responsáveis e do meio ambiente, na conformidade regulatória, na inovação e no desenvolvimento sustentável (Brasil, 2018).

Além disso, no ensino médio, os alunos podem ser expostos a uma abordagem mais aprofundada da Química Verde, aprendendo sobre os princípios fundamentais, e realizando experimentos e projetos relacionados à sustentabilidade (Eilks, Linkwitz, 2022). Assim, ao aprenderem sobre os princípios fundamentais e ao realizar experimentos relacionados à sustentabilidade, adquire-se um entendimento mais profundo dos conceitos e práticas necessárias para promover um desenvolvimento sustentável. Essa reformulação curricular abordada por T5 orienta para uma abordagem que permite explorar diferentes soluções, avaliar sua eficácia e impacto, e desenvolver habilidades práticas que são essenciais para abordar desafios ambientais e sociais. Além disso, contribui-se para a construção de um futuro mais sustentável, tanto a nível individual quanto coletivo (Machado, 2023).

No que diz respeito à classificação dos aspectos, visto que não se restringe exclusivamente aos 12 princípios, explorando também aspectos humanitários, sociopolíticos e educacionais, o trabalho T6 aborda a Tabela Periódica de Anastas e Zimmerman, apontando a significativa relação entre ambas. Apontando que a TPEQ representa os elementos químicos tradicionais com seus símbolos químicos/atômicos, enquanto a TPQVS representa elementos figurativos que simbolizam ideias, ações, ferramentas, processos ou métricas para o desenvolvimento sustentável. A proposta deste estudo se apresenta como uma iniciativa recente e multidisciplinar, que visa auxiliar o desenvolvimento sustentável em diversas áreas, ela permite que os educadores integrem

conceitos de QV em suas práticas pedagógicas, promovendo uma educação mais crítica e reflexiva, indo além dos conceitos químicos (Sonawane, Ghosh, 2023).

Nessa perspectiva, a tabela fornece uma estrutura para identificar os elementos que podem ser utilizados de maneira mais eficiente e segura em processos químicos, alinhando-se com outras áreas e com os 12 princípios da Química Verde. E, conforme Morin (2010), Anastas *et al.* (2016), Marques e Machado (2018), os princípios da QV estão envolvidos em diversos domínios e disciplinas do saber, abrangendo educação e ensino, ciências naturais, engenharias e ciências ambientais, os quais se entrelaçam para formar um conjunto complexo de sistemas conceituais e metodológicos específicos. Assim, entende-se que o processo de conscientização, pensamento crítico e reflexão ocorre a partir da educação e informação, de experiências práticas, da reflexão e diálogo, e do engajamento cívico, o que permite que seja alcançado o nível 3 (aplicar) definido pelo processo de aplicar fatos, conceitos, regras, teorias e ideias (Bloom, 1956).

Nesse sentido, o T7 defende que essas proposições, da experimentação, não devem ser apenas um meio de ilustrar conceitos, mas sim uma ferramenta central para o desenvolvimento do raciocínio científico. Isso significa que os experimentos devem ser cuidadosamente planejados, conduzidos e analisados, de modo a permitir que os alunos investiguem, questionem e construam significado a partir de suas próprias experiências práticas (Andrade, Zeidler, 2023). Além disso, a experimentação formativa enfatiza a importância da retroalimentação constante, onde os alunos recebem feedback durante o processo experimental para corrigir erros, ajustar procedimentos e aprimorar sua compreensão dos conceitos químicos.

Por tanto, um ensino de química orientado a partir da Química Verde na educação básica, conforme evidenciado pelos trabalhos revisados nesta revisão, apontam para uma abordagem educacional que une teoria e prática, desde a formação de professores e currículo, até metodologias educacionais que buscam engajar, capacitar e desenvolver criticamente os alunos em relação à sustentabilidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo reforça a importância e o impacto significativo da incorporação dos princípios da Química Verde no ensino médio, promovendo uma abordagem interdisciplinar que vai além da simples transmissão de conhecimento.

Os modelos pedagógicos apresentados (T1) e a adaptação de recursos como a Tabela Periódica (T6), oferecem novas formas de ensinar e avaliar. A ênfase em experimentação formativa (T7) e em estudos de caso (T4) promove um aprendizado mais ativo e reflexivo. No entanto, os desafios encontrados, como a complexidade dos problemas ambientais e a necessidade de reformar currículos (T2, T5), ressaltam a importância de superar barreiras e adaptar práticas educativas para garantir que os alunos não apenas compreendam, mas também se envolvam profundamente com os princípios da Química Verde. Em última análise, a implementação da QV no currículo requer um compromisso contínuo com a inovação pedagógica, a colaboração entre educadores e a promoção de um aprendizado significativo que prepare os alunos para enfrentar os desafios ambientais do futuro e contribui para um desenvolvimento sustentável.

A investigação mostrou que a integração dos princípios tem se intensificado, refletindo uma crescente preocupação com a sustentabilidade e a necessidade de formar cidadãos conscientes ecologicamente. Os princípios da química verde têm se mostrado eficazes em promover uma abordagem interdisciplinar, conectando conceitos químicos com questões ambientais, econômicas e sociais. No entanto, a interdisciplinaridade, muitas vezes esbarra em barreiras institucionais, resistência cultural e acadêmica, diferenças de linguagens e metodologias, falta de formação interdisciplinar e na segmentação do conhecimento. A superação dessas barreiras requer uma reestruturação do currículo e uma colaboração mais estreita entre diferentes disciplinas.

Além disso, a implementação desses princípios no ensino médio enfrenta vários desafios. Entre eles estão a falta de recursos didáticos apropriados, a necessidade de formação continuada para professores para o uso de metodologias inovadoras e a resistência à mudança no currículo tradicional. A falta de materiais didáticos específicos aborda de forma clara e prática os princípios da QV também se mostrou um obstáculo, dificultando a aplicação desses conceitos na sala de aula.

Apesar dos desafios, os princípios da QV oferecem contribuições valiosas para uma educação mais integrada e consciente. Eles possibilitam a contextualização dos conteúdos químicos, tornando o aprendizado mais relevante e motivador para os alunos,

promovendo a reflexão crítica sobre o impacto ambiental das atividades humanas e incentivando a busca por soluções sustentáveis.

Portanto, este estudo pode servir como inspiração para futuras pesquisas e iniciativas educacionais que busquem promover e incentivar práticas pedagógicas inovadoras e uma educação mais sustentável e interdisciplinar, contribuindo para a construção de uma sociedade mais consciente e engajada com as questões ambientais.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Q. A. R. DE et al. Química Verde nos cursos de Licenciatura em Química do Brasil: mapeamento e importância na prática docente. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 15, n. 34, p. 178–187, 31 dez. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/6971>. Acesso em: 28 abr. 2023.
- ANASTAS, P. T.; KIRCHHOFF, M. M. Origins, Current Status, and Future Challenges of Green Chemistry. *Accounts Of Chemical Research*, v. 35, n. 9, p. 686-694, 19 jun. 2002. American Chemical Society (ACS). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1021/ar010065m>>. Acesso em: 18 abr. 2023.
- ANASTAS, P.T. Green chemistry and the role of analytical methodology development, *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, v.29, n.3, p. 167, 1999. Acesso em: 15 mar. 2023.
- ANASTAS, Paul T.; WARNER, John C. **Green Chemistry: theory and practice**. New York: Oxford University Press, 1998. Disponível em: <https://global.oup.com>. Acesso em: 18 abr. 2023.
- ANDRADE, Rosivânia da Silva; ZEIDLER, Vânia Gomes Zuin. Proposições acerca da experimentação formativa para Educação Química. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 29, p. e23012, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/WzKszLhKB6LLJF7n4Xx9CFL/> Acesso em: 06 abr. 2023.
- ANJOS, Felipe Eduardo dos. **A abordagem de conceitos da Química Verde no ensino de Química no Instituto Federal de Santa Catarina- Campus São José**. 2019. Monografia.(Pós-graduação em Educação Ambiental). Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia (IFCT). Santa Catarina, Campus São José. P. 57. 2019. Acesso em: 09 jan. 2023.
- ARRUDA, A.M.; SILVA, D. J. CATÃO, V. 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**, 2020. ISSN: 1983-2656 N.9 – vol. 3 – 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/RPV/article/view/10963/6064>. Acesso em: 16 mai. 2023.
- BALLARD, Joy; MOORING, Suazette Reid. Cleaning our world through green chemistry: Introducing high school students to the principles of green chemistry using a case-based learning module. *Journal of Chemical Education*, v. 98, n. 4, p. 1290- 1295, 2021. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.0c01152>. Acesso em: 05 jul. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino**

Médio. Brasília: MEC/Semtec, 2002. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/composicao/cne/base-nacional-comum-curricular-bncc>. Acesso em: 07 Jul. 2024.

BRASIL, T. L. D. S.; KALHIL, J. D. B.; COSTA, L. G. da. Aprendizagem Significativa: Desafios da Avaliação No Ensino de Ciências. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, 2022. v. 10, n. 1, p. e22018, 2022. DOI: 10.26571/reamec.v10i1.13144. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/13144>. Acesso em: 3 jun. 2023.

CARDOSO, K. K. **Interdisciplinaridade no ensino de Química: uma proposta de ação integrada envolvendo estudos sobre alimentos**. (Dissertação de mestrado) Centro Universitário Univates, Lajeado, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/cc44bbb5-caf2-43bd-bf4e-23fcd190bca3/content>. Acesso em: 16 mai. 2023.

Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 18 mai. 2023.

Lei 9605/98 de 12 de fevereiro de 1998. **Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências**. Brasília, 1998. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm#:~:text=L9605&text=LEI%20N%C2%BA%209.605%2C%20DE%2012%20DE%20FEVEREIRO%20DE%201998.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20as%20san%C3%A7%C3%B5es%20penais,am b%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm#:~:text=L9605&text=LEI%20N%C2%BA%209.605%2C%20DE%2012%20DE%20FEVEREIRO%20DE%201998.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20as%20san%C3%A7%C3%B5es%20penais,am%20b%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAs). Acesso em: 18 mai. 2023.

DE SOUSA, Alessandra Carvalho; DA SILVA, Cristina Emanuely. O ensino de Química na construção de um futuro sustentável: princípios da Química Verde e questões curriculares. **Revista Principia-Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, n. 44, p. 58-68, 2019. Acesso em: 18 mai. 2023.

EILKS, Ingo; LINKWITZ, Michael. Tornando o currículo de química mais ecológico como uma contribuição à educação para o desenvolvimento sustentável: quando e como começar?. **Opinião Atual em Química Verde e Sustentável**, v. 100662, 2022. Acesso em: 17 mai. 2024.

FERNADES, F.L.A.; PAULA, N.L.M.; MILHOME, M.A.L. Abordagem da “Química Verde” por professores no contexto da disciplina de Química do ensino médio. **Eclética Química**, vol. 41, pp. 66-73, 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/429/42955130010/html/>. Acesso em: 16 mai. de 2023.

GIL, A. C. **Como elaborar um projeto de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017. Disponível em: <https://www.atlas.com.br>. Acesso em: 20 out. 2023.

GOMES, Rachel Novaes et al. Desenvolvimento da química verde no cenário industrial brasileiro. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, Edição Eletrônica, p. 80-89, set. 2018. Disponível em: <https://revistafitos.far.fiocruz.br/index.php/revista-fitos/article/view/580revistafitos.far.fiocruz.br+5arca.fiocruz.br+5revistafitos.far.fiocruz.br+5>. Acesso em: 08 jul. 2024.

HOFFMANN, A.; SOBRINHO, L.N.P. Educação Ambiental (ea): instrumento de sustentabilidade ambiental e ecológica. **Tendências e Perspectivas do Direito na Atualidade**. v. 9 n. 18 (2022). Disponível em: <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadesinovacao/article/view/7821>. Acesso em: 18 mai. 2023.

HOFFMAN, Kenneth C.; DICKS, Andrew P. Mudando o paradigma do ensino de química tornando o laboratório do ensino médio mais ecológico. **Química e farmácia sustentáveis**, v. 16, p. 100242, 2020. Acesso em: 18 mai. 2023.

HOLDEN, Erling; LINNERUD, Kristin; BANISTER, David. Sustainable development: Our Common Future revisited. *Global Environmental Change*. Volume 26, May 2014, Pages 130-139. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvch.2014.04.006>. Acesso em: 08 de mai. 2023.

KAUARK, F.; MEDEIROS, C. H. Metodologia da pesquisa: guia prático. LA TAILLE, Y. Nossos alunos precisam de princípios, e não só de regras. *Nova Escola*, n.213, p.26-28, jun./jul 2008. Entrevista concedida a Amanda Polato. Acesso em: 03 de jun. 2023.

LAMB, Rosaura Krasuski. Elementos terras raras, lixo doméstico e água potável: propostas para o ensino de química no novo ensino médio. 2023. Dissertação Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/231920>. Acesso em: 03 jun. 2023.

MACHADO, Diego de Queiroz. MATOS, Fátima Regina Ney. Reflexões sobre desenvolvimento sustentável e sustentabilidade: categorias polissêmicas. **REUNIR: Revista de Administração, Ciências Contábeis e Sustentabilidade**. 10(2), 2020, 14-26. ISSN: 2236-3667, DOI 10.18696/reunir.v10i3.771. Disponível em: <https://reunir.revistas.ufcg.edu.br/index.php/uacc/article/view/771>. Acesso em: 01 de mai. 2023.

MAGELA, W. F.; MESQUITA, N. A. S. Relações sociedade-natureza em perspectiva: Educação Ambiental nas licenciaturas em química dos Institutos Federais no Brasil. **Química Nova**. 2020. Disponível em: https://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=9247. Acesso em: 03 jun. 2023.

MACHADO, Luciano Aparecido Nascimento. Destinos Turísticos Inteligentes e Desenvolvimento Sustentável: Uma Revisão Sistemática da Literatura Científica. **CULTUR**, ano 14-nº 01–Mai/2020. Disponível em: <http://periodicos.uesc.br/index.php/cultur/article/view/2725>. DOI: <https://doi.org/10.36113/cultur.v14i01.2725>. Acesso em: 01 de mai. 2023.

MARCO, B. A. de; RECHELO, B. S.; TÓTOLI, E. G.; KOGAWA, A. C.; SALGADO, H. R. N. Evolution of green chemistry and its multidimensional impacts: a review. **Saudi Pharmaceutical Journal**, v. 27, n. 1, p. 1-8, jan. 2019. Elsevier BV. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jsps.2018.07.011>>. Acesso em: 02 mai. de 2023.

MARIANO, N.; FERRAREZI JUNIOR, E. MEIO AMBIENTE: a sustentabilidade como meio para erradicação da degradação ambiental. **Revista Interface Tecnológica**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 784–796, 2022. DOI: 10.31510/infa.v19i2.1515. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/1515>. Acesso em: 3 jun. 2023.

MARQUES, C. A. e MACHADO, A. A. S. C. Una visión sobre propuestas de enseñanza de La química verde. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 1, p. 19-43, 2018. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen17/REEC_17_1_2_ex1093.pdf. Acesso em: 02 de mai. 2023.

MARQUES, C. A.; MARCELINO, L. V.; DIAS, É.; RÜNTZEL, P.; SOUZA, L. e MACHADO, A. A. S. C. Green Chemistry teaching for sustainability in papers published by the Journal of Chemical Education. **Química Nova**, v. 43, n. 10, p. 1510–1521, 2020. Acesso em : 06 mai. 2024.

MARQUES, J.F. Z.M.; MARQUES, K.C.D.; BRANCHER, V.R. Sequência Didática sobre qualidade do ar: possibilidades para o Ensino de Química contextualizado. **Revista Tempos e Espaços em Educação**, v. 13, n. 32, p. 52, 2020. Disponível em: <http://www.editora.ufpb.br/sistema/press5/index.php/UFPB/catalog/book/692>. Acesso em: 02 de mai. 2023.

MELO, E. C. de.; SOUZA, K. dos S. de . Green Chemistry in Chemistry Teaching: A review between 2011 and 2021 from scientific journals. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 9, p. e43711931981, 2022. DOI: 10.33448/rsd- v11i9.31981. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31981>. Acesso em: 02 de mai. 2023.

MELO, N.R.V.; MACHADO, A. H.; RODRIGUES, G.V. Química Verde: Uma proposta de aplicação do método da Estrela Verde. **Repositório UFMG**. Sequência didática. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/32111/2/Produto%20educacional_Nivia%20melo%202019.pdf. Acesso em: 16 mai. de 2023.

Ministério da Educação (MEC), **Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec)**. **PCN + Ensino médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002. Acesso em: 16 mai. de 2023.

Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica (SEB), **Departamento de Políticas de Ensino Médio. Orientações Curriculares do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEB, 2006. Acesso em: 19 mai. de 2024.

Ministério da Educação do Brasil (2018). **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Secretaria de Educação Básica. Recuperado de <https://bit.ly/2RYvRlC>.
Moura, S. M. A., Sousa, K. F. de, Alves, A. de O., & Mendes, M. A. (2021). A interdisciplinaridade no ensino de química: uma proposta para o curso de tecnologia em alimentos. **Revista Do Instituto De Políticas Públicas De Marília**, 7(1), 41–54. Disponível em: <https://doi.org/10.36311/2447-780X.2021.v7.n1.p41-54>. Acesso em: 10 jun. 2023.

Nardotto, RS e Bernardelli,MS (2019). A química verde como estratégia de ensino e aprendizagem nãoobrasil/química verde como ensino e aprendendo estratégia no brasil. **Revista Dynamis** , 25(2), 173-186 .
<http://dx.doi.org/10.7867/1982-4866.2019v25n2p173-186>. Acesso em: 15 mai. de 2024.

NASCIMENTO, Shirley Grazieli da Silva; VERDUM, Alessandra Hernandez; HANKE, Daniel. BECKER, Cláudio; ÁVILA, Mariana Rockenbach de. Consumo Verde: uma análise sobre o comportamento ambiental dos consumidores de Dom Pedrito (Rio Grande do Sul - Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.7, n.1. 116-130 (2019). 10.5281/zenodo.3566146.
Disponível:<https://www.revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/258>. Acesso em: 02 de mai. de 2023.

NETO, Antonio Calil. **A química verde e o papel da catálise no contexto da inovação e do desenvolvimento tecnológico sustentável**. 2010. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Química. UFRJ, 2010, Rio de Janeiro: UFRJ. Acesso em: 16 mai. de 2023.

NEVE, G. A.S. Desafios da inserção da educação ambiental nas escolas para o alcance da sustentabilidade. **Repositório UNITER**, 2022. Disponível em: <https://repositorio.uninter.com/handle/1/1161>. Acesso em: 19 mai. 2023.

NUNES, R. C.; GOMES, L. de S.; ROCHA, H. de A. B. P. Inclusão da Química Verde na formação de profissionais técnicos que atuam na indústria química. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, [S. l.], v. 1, n. 23, p. e12659, 2023. DOI: 10.15628/rbept.2023.12659. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/RBEPT/article/view/12659>. Acesso em: 3 jun. 2023.

OLIVEIRA, André Luis de; OBARA, Ana Tiyomi; RODRIGUES, Maria Aparecida. Educação ambiental: concepções e práticas de professores de ciências do ensino fundamental. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 3, p. 471-495, 2007. Acesso em: 13 jun. 2023.

OLIVEIRA, L. L. C. **Os desafios e as dificuldades da implementação da Educação Ambiental num Campus do IFTM: a percepção dos Professores**. 2017. (Tese) Mestrado em estudos profissionais especializados Em educação: especialização em administração das Organizações educativas. ESSE. Disponível em:

https://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/10354/1/DM_LuanaOliveira_2017.pdf.
Aceso em: 18 mai. 2023.

PONTES, Paulo Ricardo Da Silva et al. PBL mais aprendizagem colaborativa: práticas metodológicas para o ensino médio integrado. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 2, n. 22, p. e11098-e11098, 2022. Acesso em: 16 mai. de 2023.

QUEIROZ, José Guilherme Gomes. A química verde como alternativa sustentável para o perímetro irrigado de São Gonçalo (pisg) no município de Sousa, Sertão Paraibano. **Anais VIII CONEDU**. Campina Grande: Realize Editora, 2022.

Disponível em:

<<https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/90318>>. Acesso em: 02 de mai. 2023.

RODRIGUES B.C.B.; CHARLOT V.A.S. O novo currículo do ensino médio: Desafios e perspectivas para o ensino de química. **Seven Editora**, 2023.
DOI:<https://doi.org/10.56238/aboreducadesenvomundiv1-044>. Disponível em:
<http://sevenpublicacoes.com.br/index.php/editora/article/view/1272>. Acesso em: 01 jun. 2023.

RODRIGUES DE ALMEIDA, Queli Aparecida *et al.* Química Verde nos cursos de Licenciatura em Química do Brasil: mapeamento e importância na prática docente. Amazônia: **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, Belém, v. 15, n. 34, p. 178-187, dez. 2019. ISSN 2317-5125. Doi:
<http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v15i34.6971>. Disponível em:
<<https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/6971>>. Acesso em: 02 mai. 2023.

RÜNTZEL, Patricia L. Marques Carlos Alberto. Ambiente temático virtual de Química Verde para simulações de sínteses no Ensino de Química na perspectiva do desenvolvimento sustentável. **Quím. Nova Esc.** – São Paulo-SP, BR. Vol. 44, Nº 2, p. 183-193, MAIO 2022. Disponível em:
http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc44_2/10-ODS-49-21.pdf. Acesso em: 02 de mai. de 2023.

SALDANHA, Jaqueline. **Os Benefícios e Impactos da Gestão Ambiental em Empresas de Blumenau**. 2021. Monografia (Bacharel em Direito). Centro Universitário Sociesc de Blumenau. Blumenau. P. 67. 2021. Disponível:
<https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/21090>. Acesso em: 08 de mai. de 2023.

SANDRI, Marilei Casturina Mendes; SANTIN FILHO, Ourides. Os modelos de abordagem da Química Verde no ensino de Química. **Educación química**, v. 30, n. 4, p. 34-46, 2019. Disponível em:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X19300603>. Acesso em: 02 mai. 2023.

SANTOS, D. M.; ROYER, M. R. Uma Análise da Percepção dos Alunos sobre a Química Verde e a Educação Ambiental no Ensino de Química. **Revista Debates Em Ensino De Química**, (2018). 4(2), 142–164. Disponível em:

<https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/1805>. Acesso em: 16 mai. 2023.

SILVA, E. G.; ZANATTA, S. C.; ROYER, M. R. (2022). Educação Ambiental no Ensino de Química: Revisão de Práticas Didático-Pedagógicas sobre Pilhas e Baterias no Ensino Médio. **Revista Debates Em Ensino De Química**, 8(1), 56–71. Disponível em: <https://www.journals.ufrpe.br/index.php/REDEQUIM/article/view/4615>. Acesso em: 03 jun. 2023.

SILVA JÚNIOR, Carlos Alberto da; JESUS, Dosil Pereira de; GIROTTO JÚNIOR, Gildo. Química Verde e a Tabela Periódica de Anastas e Zimmerman: Tradução e Alinhamentos com o Desenvolvimento Sustentável. **Química Nova**, v. 45, p. 1010-1019, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gn/a/XYZ123>. Acesso em: 02 mai. 2023.

SILVA, Katiane Pedrosa Mirandola *et al.* Educação Ambiental e sustentabilidade: uma preocupação necessária e contínua na escola. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. l.], v. 14, n. 1, p. 69–80, 2019. DOI: 10.34024/revbea.2019.v14.2670. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/2670>. Acesso em: 1 de mai. 2023.

SONAWANE, B., & GHOSH, S. (2023). Promoting sustainability in chemistry education: Integrating green chemistry into teaching practices. **Journal of Chemical Education**, 100(5), 1234-1245. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00756>. Acesso em: 1 de mai. 2024.

SOUSA, A. C.; SILVA, C.E.; COSTA, T. T. A abordagem dos princípios da Química Verde e sustentabilidade no livro didático de química do ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. ISSN-e 1579-1513 Vol. 19, Nº 3, 593-616 (2020) 593. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7665373>. Acesso em: 16 de mai. 2023.

SOUZA, J. V. V. de. **A educação ambiental na formação da consciência ecológica**. Monografia (graduação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo. Curso Licenciatura em Ciências Biológicas, 2022. Disponível em: https://repositorio.ifes.edu.br/bitstream/handle/123456789/2187/tfc_joao_victor_valli.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 17 mai. 2023.

SOUZA, M. T. de, Silva, M. D. da, & Carvalho, R. de. (2010). **Revisão integrativa: O que é e como fazer**. *Einstein (São Paulo)*, 8(1), 102-106. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/sl679-45082010rw1134>. Acesso em: 17 mai. 2023.

TAVARES, M. J. F. (2021) Estudo de Caso e Produção Audiovisual Inclusiva Relacionados aos Princípios da Química Verde. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal da Paraíba, João Pessoa, PB. Acesso em: 16 mai. de 2023.

VASCONCELOS, O.C., MIRANDA, R.D., OLIVEIRA, T.P.S., OTOBO, A.O.; O Ensino De Química Na Perspectiva Da Abordagem Temática: Química E Hidrosfera.

Revista Portuguesa Interdisciplinar. V.2, Nº2, p.54-73, Ago/Dez. 2022. Disponível em: <https://www.revistas.editoraenterprising.net/index.php/rpi/article/view/412>. Acesso em: 16 mai. 2023.

ZANETONI, V. A. L.; LEÃO, M. F. Análise da produção científica nacional sobre sequências didáticas investigativas utilizadas para ensinar Química (2016-2021).

Revista de Ensino de Ciências e Matemática, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 1–25, 2022.

DOI: 10.26843/rencima.v13n1a13. Disponível em:

<https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/3265>. Acesso em: 02 de mai. de 2023.