



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS PARNAÍBA
CURSO LICENCIATURA EM QUÍMICA**

ALINE DE PAIVA BATISTA

QUÍMICA VERDE: Uma Abordagem Sustentável para o Ensino de Química

**PARNAÍBA
2025**

ALINE DE PAIVA BATISTA

QUÍMICA VERDE: Uma Abordagem Sustentável para o Ensino de Química

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 Parnaíba.

Orientador: Prof.^a. Dra. Maria de Fátima Cardoso
Soares

PARNAÍBA

2025

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

Batista, Aline de Paiva

B333q Química verde: uma abordagem sustentável para o ensino de
Química / Aline de Paiva Batista. — 2025.
53 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) –
Instituto Federal do Piauí, Campus Parnaíba, 2025.
Orientadora: Prof^a. Dra. Maria de Fátima Cardoso Soares.

1.Química. 2.Química verde. 3.Sustentabilidade. 4. Práticas educativas.
I.Título.

CDD – 540

Elaborado por Micheline Angélica Aragão Gouveia CRB 3/1244

ALINE DE PAIVA BATISTA

QUÍMICA VERDE: Uma Abordagem Sustentável para o Ensino de Química

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 Parnaíba.

Aprovada em: ____/ ____/ ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^{fa}. Dr. Maria de Fátima Cardoso Soares (Orientadora)
Instituto Federal do Piauí – Campus Parnaíba

Prof^a. Esp. Janete Cezar Ribeiro
Instituto Federal do Piauí – Campus Parnaíba

Prof. Esp. Kelvym Araújo de Sousa
Instituição CETI Senador Chagas Rodrigues

A Deus, meus pais, irmã, família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me proporcionar esse momento grandioso para minha formação, aos meus pais Terezinha Pereira Da Silva e Olavo Pereira Da Silva por sempre fazerem o possível e o impossível para que eu chegasse até aqui, a minha irmã Samara por estar nessa caminhada desde o início, aos meus tios, meus padrinhos e avó pelo incentivo e toda ajuda durante esse percurso.

Aos meus amigos e a todos que não me deixaram desistir, principalmente ao meu trio de amigas Karine Albuquerque, Melyna de Paula e Vanessa Souza, que apesar das dificuldades estávamos juntas carregando todo o peso, as lágrimas e frustrações dessa jornada e mesmo com muitos pensamentos negativos em pensar em desistir, sempre estávamos juntas e sorrindo do nosso próprio calvário e ao meu namorado Douglas Sousa, por todo apoio e incentivo sempre.

Aos profissionais do Instituto Federal do Piauí – Campus Parnaíba, aos terceirizados, aos profissionais do refeitório. A todos os meus professores e a coordenação do campus, em especial a minha orientadora Maria de Fátima Cardoso Soares pelo incentivo, paciência e dedicação nesse processo de escrita e aprendizagem. E a mim mesma por ter seguido em frente mesmo com todos os pensamentos negativos durante esse percurso, por acreditar em mim acima de todos os desafios.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.” – **José de Alencar**

RESUMO

A presente pesquisa tem como objetivo analisar a aplicação dos princípios da Química Verde no ensino de Química, destacando a importância de práticas sustentáveis que minimizem os impactos ambientais e promovam a consciência ecológica entre os estudantes. A Química Verde é baseada em 12 princípios que visam reduzir o uso de substâncias tóxicas, economizar recursos e promover o uso de materiais renováveis, sendo uma abordagem essencial para a construção de uma educação científica alinhada com os desafios ambientais atuais. Dessa forma, a pesquisa busca compreender como a adoção desses princípios no ensino de Química pode auxiliar o processo de ensino e aprendizagem, incentivando práticas laboratoriais mais seguras e sustentáveis. Para tanto, foi realizada uma pesquisa qualitativa e descritiva, utilizando como instrumentos a aplicação de entrevistas com docentes de escolas públicas de Parnaíba-PI, a fim de coletar dados sobre a implementação da Química Verde no contexto educacional. Para embasamento teórico, foram utilizados autores como Anastas e Warner (1998), Silva et al. (2020), e Sousa et al. (2020), que discutem os fundamentos da Química Verde e sua importância no ensino de Química. Os dados foram analisados por meio da Análise de Conteúdo, visando identificar as contribuições pedagógicas dessa abordagem para o desenvolvimento de práticas educativas mais sustentáveis. Os resultados evidenciam que, apesar dos desafios na implementação da Química Verde, sua adoção no ensino médio favorece práticas pedagógicas mais sustentáveis e o engajamento dos alunos. Conclui-se que sua incorporação na educação contribui para a formação de cidadãos mais conscientes e alinhados às questões ambientais atuais.

Palavras-chave: química verde; ensino de química; sustentabilidade; práticas educativas.

ABSTRACT

This research aims to analyze the application of Green Chemistry principles in Chemistry teaching, highlighting the importance of sustainable practices that minimize environmental impacts and promote ecological awareness among students. Green Chemistry is based on 12 principles that seek to reduce the use of toxic substances, conserve resources, and promote the use of renewable materials, making it an essential approach for scientific education aligned with current environmental challenges. Thus, the study seeks to understand how adopting these principles in Chemistry education can enhance the teaching and learning process, encouraging safer and more sustainable laboratory practices. A qualitative and descriptive study was conducted, using interviews with public school teachers in Parnaíba-PI to collect data on the implementation of Green Chemistry in the educational context. Theoretical references included authors such as Anastas and Warner (1998), Silva et al. (2020), and Sousa et al. (2020), who discuss the foundations of Green Chemistry and its relevance to Chemistry teaching. The data were analyzed through Content Analysis to identify the pedagogical contributions of this approach to the development of more sustainable educational practices. The results show that, despite challenges in implementing Green Chemistry, its adoption in high school fosters more sustainable teaching practices and increases student engagement. It is concluded that integrating Green Chemistry into education contributes to shaping more environmentally conscious citizens, aligned with current sustainability issues.

Keywords: green chemistry; chemistry teaching; sustainability; educational practices.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Os 12 Princípios da Química Verde	18
Quadro 1 – Os 12 Princípios da Química Verde.....	19
Quadro 2 – Diferenças entre a Química Tradicional e a Química Verde	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACS	<i>American Chemical Society</i>
EPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
GCI	<i>Green Chemistry Institute</i>
IFPI	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí
IUPAC	União Internacional de Química Pura e Aplicada
PGCC	<i>The Presidential Green Chemistry Challenge</i>
QV	Química Verde

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
CAPÍTULO I.....	16
QUÍMICA VERDE E O ENSINO DE QUÍMICA: ABORDAGENS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS	16
1.1 IMPACTOS AMBIENTAIS DA QUÍMICA TRADICIONAL.....	20
1.2 APLICAÇÕES DA QUÍMICA VERDE NO ENSINO DE QUÍMICA.....	22
1.3 ABORDAGEM DA QUÍMICA VERDE POR MEIO DE EXPERIMENTOS SUSTENTÁVEIS.	25
CAPÍTULO II.....	30
ABORDAGENS METODOLÓGICAS: ETAPAS DA PESQUISA	30
2.1 TIPO DE PESQUISA.....	30
2.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	30
2.3 CAMPO E SUJEITO DA PESQUISA	31
2.4 ANÁLISE DE DADOS.....	32
CAPÍTULO III.....	33
QUÍMICA VERDE NO ENSINO: CAMINHOS PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL.....	33
3.1 CONTRIBUIÇÕES PEDAGÓGICAS DA QUÍMICA VERDE NO CONTEXTO EDUCACIONAL.....	33
3.2 A IMPORTÂNCIA DOS PILARES DA QUÍMICA VERDE EM SALA DE AULA.....	36
3.3 EXPERIMENTOS SUSTENTÁVEIS NO ENSINO DE QUÍMICA	39
CONSIDERAÇÕES FINAIS	43
REFERÊNCIAS	44
APÊNDICES.....	48
APÊNDICE A – TERMO DE CONSETIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	49
APÊNDICE B – CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO	51
APÊNDICE C – ENTREVISTA	52
ANEXO A – CARTA DE ACEITE.....	53

INTRODUÇÃO

Historicamente, a Indústria Química contribuiu na degradação ambiental, emergindo como uma das principais responsáveis pelos impactos negativos no meio ambiente. Diante desse cenário, a adoção de práticas sustentáveis tornou-se uma urgência, não apenas para prevenir, mas também para reverter os danos causados aos ecossistemas. A implementação imediata de medidas adequadas é vital para enfrentar as previsões alarmantes sobre o futuro do planeta, que indicam ameaças significativas à vida na Terra (Alves *et al.*, 2020).

A realidade atual exige que a sociedade e as indústrias reavaliem suas práticas. Não se trata apenas de minimizar os impactos, mas de transformar a maneira como produzimos e consumimos. Cada ação tomada hoje definirá o tipo de planeta que as futuras gerações herdarão. Por isso, práticas sustentáveis não são uma escolha opcional, mas uma obrigação moral e ética.

Nesse contexto, a busca por alternativas que promovam uma sociedade mais limpa e sustentável tem se intensificado ao longo dos anos. A partir da década de 1990, surgiu a Química Verde (QV), que visa transformar os processos químicos industriais para torná-los menos tóxicos e poluentes, contribuindo para a redução dos impactos ambientais (Gomes *et al.*, 2022).

Essa transformação também reflete uma crescente conscientização global sobre os limites do nosso planeta. Não há como continuar explorando recursos naturais de forma desenfreada, sem pensar nas consequências a longo prazo. A QV é, de certo modo, um reflexo dessa necessidade urgente de harmonizar o progresso tecnológico com o cuidado ambiental.

A educação tem um papel central nessa transformação, especialmente no ensino de Química. Ensinar os alunos a pensar de forma crítica sobre as questões ambientais, a tomar decisões mais conscientes e a refletir sobre os impactos de suas ações é fundamental para formar uma geração mais responsável. Ao incluir os princípios da QV no contexto educacional, não apenas preparamos os estudantes tecnicamente, mas também os capacitamos a compreender a importância de uma ciência que respeita o equilíbrio ecológico.

Integrar essa perspectiva ao contexto educacional é crucial para promover uma visão sustentável. No Ensino de Química, é necessário pensar e planejar o uso de recursos e materiais didáticos que apoiem a construção de uma ciência voltada para

a sustentabilidade. Isso envolve o amadurecimento dos alunos por meio de reflexões, tomadas de decisões e pensamentos críticos sobre questões socioambientais (Sousa, Silva, Costa, 2020).

A QV destaca-se como uma abordagem inovadora e essencial na educação, promovendo a conscientização e a prática de uma ciência responsável e ética. Ao ser incorporada ao currículo escolar, proporciona aos estudantes não apenas conhecimento técnico sobre processos químicos menos prejudiciais ao meio ambiente, mas também inspira uma nova geração a adotar práticas sustentáveis em suas vidas cotidianas. Esse enfoque educacional é fundamental para construir uma sociedade que valoriza e prioriza a saúde do planeta, incentivando a responsabilidade ambiental desde os primeiros anos de ensino (Almeida *et al.*, 2019).

A promoção de uma sociedade sustentável por meio da QV vai além da simples aplicação de técnicas; ela promove uma mudança de mentalidade que pode ter um impacto duradouro no futuro do meio ambiente e na qualidade de vida de todas as espécies (Silva *et al.*, 2023). Integrar a QV nas práticas experimentais no Ensino de Química oferece uma abordagem inovadora e responsável na formação dos alunos. Ao adotar técnicas e princípios da QV, como a redução de resíduos e o uso de reagentes menos tóxicos, os experimentos tornam-se não apenas mais seguros e sustentáveis, mas também educam os estudantes sobre a importância de práticas laboratoriais ecológicas. Essa metodologia enriquece a compreensão dos conceitos químicos e prepara os alunos para enfrentar desafios ambientais reais com soluções criativas e sustentáveis (Souza, 2020).

Ao promover esses valores no ambiente escolar, cria-se um ciclo virtuoso: os alunos levam para suas vidas o que aprendem nas aulas, influenciando as pessoas ao seu redor e perpetuando a importância de práticas sustentáveis. Assim, a QV não é apenas uma matéria, mas uma filosofia de vida que molda cidadãos mais conscientes e preparados para cuidar do meio ambiente.

Diante do exposto, a problemática de pesquisa é: Qual a contribuição dos princípios da Química Verde no ensino de Química? A pesquisa surgiu do interesse em explorar novas metodologias para o ensino de Química e compreender a QV em sua totalidade.

O texto foi organizado da seguinte maneira: além das notas introdutórias que contextualizam a pesquisa, o Capítulo I aborda “Química Verde no Ensino de Química:

Abordagens e Práticas Sustentáveis”, com foco no contexto da Química Verde e sua aplicação no ensino de Química. O Capítulo II contém “Abordagem Metodológica: Etapas da Pesquisa”, detalhando o processo de coleta de dados, incluindo o tipo de pesquisa realizada, a descrição dos participantes, e os métodos e instrumentos empregados na coleta de dados.

Além disso, o Capítulo III, intitulado “Química Verde: Caminhos para um Futuro Sustentável”, apresenta e discute os dados coletados, os quais são organizados em três categorias distintas, com base no posicionamento dos professores entrevistados. As categorias são: Contribuições pedagógicas da Química Verde no contexto educacional; A importância dos pilares da Química Verde na sala de aula; Experimentos sustentáveis no Ensino de Química.

Por fim, as Considerações Finais visam retomar o objetivo estabelecido no estudo, buscando responder à questão proposta, e atribuindo aos resultados alcançados ao longo da pesquisa as devidas interpretações e conclusões.

- **Objetivo Geral:** Identificar a contribuição pedagógica dos princípios da Química Verde no contexto educacional.
- **Objetivos Específicos:**
 - 1) Analisar a evolução histórica e os princípios da Química verde;
 - 2) Destacar os pilares da Química Verde e aplicações destes em sala de aula;
 - 3) Refletir sobre a importância de experimentos sustentáveis no Ensino de Química.

CAPÍTULO I

QUÍMICA VERDE E O ENSINO DE QUÍMICA: ABORDAGENS E PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS

Ao longo dos anos, a indústria química tem desempenhado um papel crucial na manutenção e melhoria da qualidade de vida, através da produção de diversos produtos essenciais como petroquímicos, agroquímicos, medicamentos, polímeros, tintas e conservantes. No entanto, essa mesma indústria também tem sido responsável por sérios impactos ambientais devido aos resíduos gerados. Tradicionalmente, a justificativa tem sido o foco no bem-estar da população, sem a devida consideração dos efeitos negativos ao meio ambiente. A QV propõe uma mudança nesse paradigma, promovendo práticas sustentáveis e conscientes, que busquem equilibrar a produção industrial com a preservação ambiental, sendo essa uma abordagem fundamental que deve ser incorporada nos sistemas educacionais para garantir um futuro mais sustentável (Sousa, Silva, Costa, 2020).

A QV surge, então, como uma resposta indispensável as demandas ambientais e sociais contemporâneas. Ela incentiva a reformulação de processos industriais, visando minimizar o uso de substâncias nocivas, reduzir o consumo de energia e diminuir a geração de resíduos. Além disso, os princípios da QV incentivam a utilização de matérias-primas renováveis e o desenvolvimento de produtos mais seguros para o meio ambiente e para a saúde humana.

A incorporação desses princípios na educação, desde o ensino básico, pode preparar as novas gerações para enfrentar os desafios globais de maneira inovadora e consciente, formando profissionais mais responsáveis e capazes de implementar soluções que promovam tanto o desenvolvimento industrial quanto a conservação dos recursos naturais.

O conceito QV foi introduzido em 1993, seguindo a ampliação do programa “Rotas Sintéticas alternativas para a prevenção de Poluição”, que havia sido proposto em 1991 pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA). Em 1995, com o intuito de valorizar inovações tecnológicas que reduzem a geração de resíduos em diversos setores industriais, o governo norte-americano lançou o programa de premiação *The Presidential Green Chemistry Challenge* (PGCC). Em 1997, foi fundado o *Green Chemistry Institute* (GCI), uma entidade voltada para a promoção da Química verde, que firmou uma parceria com a *American Chemical Society* (ACS) em

janeiro de 2001. Ainda em 1997, a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC) organizou a sua primeira Conferência Internacional em Química verde, realizada em Veneza (Vaz, Junior, Pastre, 2024).

Entretanto, só em 1998 que o termo QV passou a ser conhecido com abrangência, após o livro *Green Chemistry: Theory and Practice* (Química Verde: Teoria e Prática) de Paul Anastas e John Warner, no livro destaca os 12 princípios (FIGURA 1) estabelecidos no ramo da Química Verde. Segundo Anastas e Warner (1998, p.11, apud Sandri e Filho, 2019), a Química Verde é definida como:

A concepção, desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos com o objetivo de reduzir ou eliminar a utilização e a geração de substâncias prejudiciais à saúde e ao meio ambiente (Anastas e Warner, 1998, pag.11).

Figura 1. Os 12 princípios da Química verde



Fonte: Elaborado pela Autora (2024)

Os doze princípios da QV, são incorporados em práticas sustentáveis, visando uma aplicação sustentável da Química na sociedade, conforme descrito no (QUADRO 1). Esses princípios são definidos de forma criteriosa para promover o desenvolvimento sustentável e minimizar o impacto ambiental (Sousa, Silva, Costa, 2019).

Quadro 1 - Os 12 Princípios da Química verde

Princípios	Objetivo
1. Prevenção de Resíduos	Evitar a formação de resíduos para não o tratar, eliminando a possibilidade de poluição;
2. Economia Atômica	Deve-se procurar desenhar metodologias sintéticas que possam maximizar a incorporação de todos os materiais de partida no produto final.
3. Sínteses Químicas menos rigorosas	Sempre que praticável, a síntese de um produto químico deve utilizar e gerar substâncias que possuam pouca ou nenhuma toxicidade à saúde humana e ao ambiente.
4. Design de Produtos Seguros	Os produtos químicos devem ser desenhados de tal modo que realizem a função desejada e ao mesmo tempo não sejam tóxicos.
5. Solventes e Auxiliares mais seguros	A utilização de substâncias auxiliares como solventes, agentes de purificação e secantes precisa ser evitada ao máximo; quando inevitável a sua utilização, estas substâncias devem ser inócuas ou facilmente reutilizadas.

6. Busca pela Eficiência Energética	Os impactos ambientais e econômicos causados pela geração de energia utilizada em um processo químico precisam ser considerados. É necessário o desenvolvimento de processos que ocorram à temperatura e pressão ambientes.
7. Uso de Fontes renováveis de matéria-prima	O uso de biomassa como matéria-prima deve ser priorizado no desenvolvimento de novas tecnologias e processos.
8. Evitar a Remoção de Derivados	Processos que envolvem intermediários com grupos bloqueadores, proteção/desproteção, ou qualquer modificação temporária na molécula por processos físicos e/ou químicos devem ser evitados.
9. Catálise	O uso de catalisadores deve ser escolhido em substituição aos reagentes estequiométricos.
10. Design para Degradação	Os produtos químicos precisam ser projetados para a biocompatibilidade. Após sua utilização não deve permanecer no ambiente, degradando-se em produtos inóculos.
11. Análise em tempo real para evitar a poluição	O monitoramento e controle em tempo real, dentro do processo, deverão ser viabilizados. A possibilidade de formação de substâncias tóxicas deverá ser detectada antes de sua geração.
12. Minimizar o potencial de acidentes	A escolha de substâncias, bem como sua utilização em um processo químico, deve procurar a minimização do risco de acidentes, como vazamentos, incêndios e

explosões.

Fonte: A autora, com base em (Sousa et al, 2020).

Os 12 princípios da QV enfatizam a necessidade do desenvolvimento sustentável, garantindo o bem-estar das pessoas sem prejudicar o meio ambiente e as gerações futuras. Eles promovem práticas industriais conscientes, reconhecendo os riscos do esgotamento dos recursos naturais e a importância de seguir regulamentações ambientais rigorosas para um futuro mais equilibrado e economicamente viável (Sousa, Silva, Costa, 2020).

Avaliar um procedimento químico segundo os 12 princípios da QV é essencial, determinando quais princípios são aplicáveis a cada caso. A "verdura" (utilização de práticas sustentáveis que reduzem impactos ambientais em processos químicos) de um experimento pode ser prevista e avaliada com base em critérios como ausência de efeitos nocivos para humanos e o meio ambiente, não geração de resíduos tóxicos, baixo consumo de energia, preparação segura e uso de fontes renováveis. Embora a química verde deva ser uma meta, alcançar todos os seus aspectos é raro.

1.1 IMPACTOS AMBIENTAIS DA QUÍMICA TRADICIONAL

A QV surge como resposta direta para os impactos ambientais negativos gerados por práticas da Química tradicional oferecendo uma alternativa sustentável. No campo das Ciências Naturais, a Química ocupa uma posição central ao proporcionar uma compreensão aprofundada das transformações que ocorrem no mundo ao nosso redor. Sua importância vai além da simples análise de reações químicas, sendo essencial para o avanço econômico e tecnológico de diversas áreas. Ao explorar os princípios da Química, é possível desenvolver novos materiais, processos industriais eficientes e tecnologias inovadoras que impulsionam o progresso da sociedade. Dessa forma, a Química não só contribui para a ampliação do conhecimento científico, mas também desempenha um papel crucial no desenvolvimento sustentável e na melhoria da qualidade de vida (Abiquim, 2019; Carvalho, Santos, 2022).

Os produtos químicos desempenham um papel essencial na vida moderna. No entanto, o crescimento das atividades químicas, impulsionado pela expansão da

população global, tem exposto constantemente a saúde humana e o meio ambiente a uma variedade de substâncias, provenientes de diversas fontes e através de diferentes canais. Dessa forma, a construção de uma sociedade sustentável no futuro exigirá que produtos e processos químicos sejam desenvolvidos com base em princípios que priorizem a segurança e a compatibilidade com a vida (Escher, Stapleton e Schymanski, 2020; Zimmerman, Anastas, Erythropel et al., 2020).

Desse modo, com o advento do modelo capitalista industrial moderno, a indústria química desempenhou um papel significativo no aumento da toxicidade ambiental, resultando em graves impactos sobre o meio ambiente. Esse fenômeno se manifestou principalmente através da poluição dos recursos hídricos e da atmosfera, intensificando a ocorrência de desastres naturais, o aquecimento global e a extinção de diversas espécies, tanto vegetais quanto animais. Esses fatores, por sua vez, têm comprometido a saúde humana e a qualidade de vida, evidenciando as consequências das práticas industriais sobre o equilíbrio ecológico (Sousa, Silva, Costa, 2020).

Dessa forma, a crescente degradação ambiental e o esgotamento dos recursos naturais, resultantes de seu uso indiscriminado e insustentável, têm despertado uma preocupação significativa entre ambientalistas e autoridades. Essa preocupação se expandiu além das esferas técnica e governamental, alcançando também o setor empresarial. Como consequência, gestores e estrategistas organizacionais estão cada vez mais conscientes da necessidade de adotar uma postura mais responsável e sustentável em relação ao meio ambiente (Benedicto, Benedicto, Silva, 2019).

Para promover um desenvolvimento sustentável, é fundamental integrar diversas áreas do conhecimento, com a Química desempenhando um papel central, especialmente nos conceitos de "Química Sustentável" e "Química Verde". A **Química Sustentável** é um conceito amplo que busca integrar a sustentabilidade ambiental, econômica e social em todos os processos químicos. A **QV** é um subconjunto da Química Sustentável, focando em 12 princípios específicos para minimizar impactos ambientais, como a redução de resíduos e o uso de materiais mais seguros. O desafio principal é criar processos e produtos que sejam tanto sustentáveis quanto competitivos, utilizando recursos renováveis ou fósseis de forma responsável, com ênfase na reciclagem e na viabilidade econômica, ambiental e social (Bernela et al., 2017, apud Meneghetti, Suarez, Meneghetti, 2022).

Além de sua centralidade na sustentabilidade, a Química também se destaca pela sua capacidade de inovar em processos que minimizam o impacto ambiental. Isso inclui o desenvolvimento de tecnologias limpas, que reduzem a emissão de poluentes e promovem o uso eficiente de recursos naturais. A integração de fontes de energia renovável, como a solar e a eólica, com processos químicos inovadores, é outra área de grande potencial. Ademais, a Química Verde busca não apenas mitigar danos, mas também criar novas oportunidades econômicas, ao transformar resíduos em matérias-primas valiosas e promover a economia circular. Dessa forma, a Química não só apoia a sustentabilidade, mas também impulsiona a transição para uma economia mais resiliente e ecologicamente equilibrada (Meneghetti, Suarez, Meneghetti, 2022).

1.2 APLICAÇÕES DA QUÍMICA VERDE NO ENSINO DE QUÍMICA

Os aspectos químicos envolvidos no uso de materiais em uma sociedade sustentável devem priorizar a eficiência em tudo o que é criado ou consumido. O futuro da química não se baseia apenas na reflexão sobre o uso de produtos químicos sintéticos, mas sim na compatibilidade, natureza e processos de produção de compostos que promovam uma conduta responsável (Zimmerman et al., 2020). Seguindo essa direção, a QV emerge como precursora de uma química mais sustentável, apoiando o desenvolvimento sustentável (Zuin et al., 2021; Silva et al., 2023).

Dessa forma, a Química Verde se torna não apenas uma abordagem ambiental, mas também um meio de reestruturar processos e práticas dentro da indústria, sem comprometer o desenvolvimento econômico. A compatibilidade entre o progresso tecnológico e a sustentabilidade surge como a principal diretriz, garantindo que a ciência e o desenvolvimento possam caminhar lado a lado, respeitando os limites do planeta.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), enfatiza a necessidade de integrar temas como sustentabilidade e práticas ambientais responsáveis ao Ensino de Química, abordando conceitos fundamentais para uma sociedade mais consciente e ecologicamente equilibrada. A BNCC destaca que o ensino de Ciências da Natureza promova a “conscientização sobre o uso sustentável dos recursos naturais” e incentive a “avaliação crítica dos impactos ambientais” relacionados ao desenvolvimento e uso

de produtos químicos (Brasil, 2018).

Além disso, a BNCC sugere que o ensino de Química deve estimular o pensamento crítico e promover "ações voltadas para a sustentabilidade e a preservação do meio ambiente", desse modo, incluindo atividades que proporcionem aos estudantes a compreensão dos princípios da Química Verde, de modo que possam avaliar os processos químicos com base em critérios de sustentabilidade e impacto ambiental.

O Ensino de Química visa capacitar os indivíduos a interagir de maneira consciente e ativa com o mundo, promovendo sua compreensão e melhoria. Incluir uma perspectiva positiva sobre a Química é fundamental nas iniciativas que buscam assegurar um futuro sustentável, igualitário e inclusivo. Como ciência que amplia a percepção do mundo, tornar o ensino de Química mais sustentável contribuirá para o empoderamento das futuras gerações, proporcionando o suporte necessário para o desenvolvimento humano sem prejudicar a qualidade de vida (Silva et al., 2023).

A proposta de inserir a Química Verde no ensino escolar, portanto, vai além de uma simples adequação curricular. Trata-se de proporcionar aos alunos uma formação que os prepare para os desafios ambientais do futuro, capacitando-os a tomar decisões informadas e responsáveis, com base em uma sólida compreensão da ciência e da sustentabilidade. A BNCC recomenda que o Ensino de Química incorpore metodologias investigativas e experimentais, permitindo que os estudantes desenvolvam uma visão responsável e inovadora diante dos desafios ambientais contemporâneos.

Por sua visão inovadora, a QV no contexto educacional, pode ser utilizada de diversas maneiras, associadas ao conteúdo curricular, desde questões estequiométricas relacionando o rendimento, até a questão de sustentabilidade, utilização e manejo adequado do meio ambiente, porém, diferenciando da Química Ambiental, onde está relacionada às consequências negativas provocadas pelo homem no meio ambiente, a QV adentra com seus princípios de maneira preventiva, buscando processos que minimizem ou evitem a degradação ambiental, com o uso mais racional de todos os componentes da reação (Melo, Souza, 2022).

Seguindo essa linha de pensamento, o ensino de Química Verde abre espaço para novas abordagens pedagógicas, que estimulam o pensamento crítico e a inovação entre os alunos. Isso contribui para que as futuras gerações desenvolvam

uma postura preventiva em relação aos problemas ambientais, ao invés de apenas remediá-los. Esse avanço na educação reflete uma necessidade global de alinhar as práticas educativas às realidades ambientais. Ao incorporar a sustentabilidade de maneira mais efetiva, o ensino de química se torna uma ferramenta poderosa na construção de um mundo mais equilibrado e justo.

Segundo, Nardotto e Bernadelli (2019) argumentam que, além da urgência por inovação, é crucial o desenvolvimento de estratégias pedagógicas que não apenas promovam a sustentabilidade, mas também tornem o processo de ensino-aprendizagem mais eficaz e acessível. Essas estratégias devem ser capazes de integrar práticas inovadoras com a responsabilidade ambiental, garantindo que a educação evolua de maneira a atender às necessidades contemporâneas sem comprometer o futuro.

A QV tem exercido uma influência significativa e diversificada nas abordagens específicas de pesquisa dos químicos, promovendo uma evolução promissora no Brasil. De forma ampla, essa abordagem vem transformando práticas científicas, incentivando o desenvolvimento de métodos sustentáveis e inovadores. No contexto brasileiro, esse movimento tem se destacado pela crescente adoção de princípios ecológicos, que não apenas aprimoram as metodologias de pesquisa, mas também contribuem para a formação de uma nova geração de cientistas comprometidos com a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental (Nardotto, Bernadelli, 2019).

De acordo com Zuin (2011, p. 78, apud Sandri Filho, 2019), a autora identifica a existência de duas vertentes na QV, conforme a citação a seguir:

Em relação ao desenvolvimento sustentável e à Educação, há, na Química Verde, uma concepção que defende, quase exclusivamente por meio de “práticas e técnicas ambientalmente corretas”, injetar comportamentos nos estudantes. Já outra concepção apregoa que por meio da produção ressignificada - baseada em novas racionalidades que levem em conta a sustentabilidade socioambiental e suas implicações éticas -, de aparatos científicos e tecnológicos menos impactantes aos seres vivos e ao meio, há a possibilidades de se engendrar processos formativos críticos e emancipatórios, que solicitam a participação efetiva do indivíduo, que pensa e sente, para a construção do bem coletivo (Zuin, 2011, pag. 78).

De maneira prática, no contexto das atividades químicas, a primeira abordagem está relacionada principalmente ao uso dos princípios como ferramenta para incorporar práticas mais sustentáveis, consideradas ambientalmente mais adequadas,

mantendo ou até aumentando os benefícios econômicos. No entanto, essa abordagem não questiona profundamente a noção de meio ambiente, desenvolvimento ou a relação entre sociedade e natureza (Sandri, Filho, 2019).

Segundo Sandri e Filho (2019) no campo educacional, essa perspectiva pode ser evidenciada pela simples inclusão dos princípios da Química Verde em atividades experimentais ou por abordagens superficiais que não examinam criticamente as interações da Química com o meio ambiente e a sociedade. Essa visão limitada impede que o ensino de Química Verde promova uma educação ambiental verdadeiramente crítica, já que tais abordagens são limitadas e restringem a compreensão do meio ambiente apenas aos seus aspectos naturais. Nessa perspectiva, o ambiente, apesar de não ser tratado apenas como uma externalidade, não é visto em toda a sua complexidade, deixando de lado importantes dimensões.

Diante do exposto, a inserção da Química Verde na formação de professores deve levar em consideração os diferentes modelos de abordagem desse tema, com o objetivo de guiar propostas de aplicação no Ensino Médio que, alinhadas a correntes pedagógicas críticas e progressistas, promovam um ensino mais contextualizado e emancipador (Sandri, Filho, 2019).

Além disso, a busca pela sustentabilidade também se faz necessária na Educação, sobretudo no Ensino de Química. Entende-se que a sustentabilidade, vista como um processo que visa atender às necessidades presentes e futuras da sociedade através do equilíbrio entre as demandas humanas e a preservação e uso adequado dos recursos naturais, deve ser um tema central nos ambientes formativos, com o intuito de contribuir para a formação de cidadãos responsáveis, críticos, analíticos e conscientes quanto às questões ambientais (Baptista et al., 2023).

1.3 ABORDAGEM DA QUÍMICA VERDE POR MEIO DE EXPERIMENTOS SUSTENTÁVEIS

No cenário atual, onde as questões ambientais têm ganhado destaque global, a ciência Química enfrenta o desafio de se adaptar às demandas por práticas sustentáveis. O ensino de Química, como campo essencial para a formação de novos cientistas e profissionais da área, desempenha um papel crucial nesse processo de transição. Incorporar os princípios da QV nos currículos acadêmicos, especialmente por meio de experimentos práticos sustentáveis, não apenas responde a essas

exigências, mas também prepara os estudantes para contribuir de forma efetiva para a sustentabilidade (Santos, Lima, Vieira, 2024).

Desse modo, os Experimentos práticos sustentáveis referem-se à aplicação de práticas laboratoriais que alinham os princípios da QV com o ensino, promovendo o uso consciente de recursos, a minimização de resíduos e substituição de substâncias perigosas por alternativas mais seguras. Tais práticas são fundamentais para formar uma mentalidade sustentável entre os estudantes, transmitindo a importância de integrar a sustentabilidade no ensino de química para promover uma educação que responda as necessidades ambientais e sociais da contemporaneidade.

Em virtude, o tópico em si tem como objetivo analisar e discutir experimentos sustentáveis no Ensino de Química, explorando como essas práticas podem ser implementadas de forma eficaz no ambiente acadêmico. A seguir, as principais diferenças entre a Química tradicional e a QV, fundamentadas nos princípios da QV, ver Quadro 2 a seguir. Evidenciando assim, a evolução do Ensino de Química em direção a uma abordagem mais sustentável.

Quadro 2 – Diferenças entre a Química Tradicional e a Química Verde

Tema	Química tradicional	Química verde (QV)
Matérias-primas	Predominantemente não renováveis, como petróleo e minerais.	Prioriza matérias-primas renováveis e de baixo impacto ambiental.
Geração de resíduos	Altas quantidades de resíduos perigosos e de difícil descarte.	Minimiza resíduos, focando em processos que convertem a maioria dos reagentes em produtos úteis.
Eficiência energética	Processos que frequentemente demandam muita energia, sem preocupação com eficiência.	Processos energeticamente eficientes, com ênfase em energia em energia renovável.
Toxicidade	Uso de frequente de substâncias tóxicas e perigosas.	Substituição por alternativas mais seguras e menos tóxicas.
Inovação	Focada principalmente na eficiência	Orientada para a

	econômica e na maximização de produção.	sustentabilidade, equilibrando eficiência, custo e impacto ambiental.
Educação	Ensino focado em conceitos tradicionais e pouco conectada à sustentabilidade.	Integração dos conceitos da QV e sustentabilidade desde os primeiros estágios de formação acadêmica.

Fonte: A autora (2024)

Nesse sentido, os experimentos abordados por meio da QV são baseados em seus doze princípios fundamentais. Segundo Souza, 2020, p. 09, a importância de práticas experimentais sobre a QV no ensino é essencial para que os alunos tenham conhecimentos e pensamentos diferentes quanto a sustentabilidade, de acordo com a citação a seguir:

Dessa forma, o ensino da Química Verde em todos os níveis de educação se faz necessário, visando desenvolver a capacidade crítica do ser humano em relação ao seu meio. Para isso, as atividades experimentais, quando trabalhadas de forma correta e planejada, são de grande valia, visto que por meio desses pode-se demonstrar visualmente como a Química Verde se aplica, o que conduz a maior assimilação de conceitos abordados nas aulas e consequentemente da maior compreensão dos assuntos apresentados teoricamente (Souza, 2020, p. 09).

As atividades experimentais desempenham um papel crucial na compreensão de conceitos no Ensino de Química. No entanto, é essencial buscar maneiras de minimizar os riscos associados ao uso de substâncias químicas. Uma abordagem eficaz é adaptar experimentos tradicionais para que sejam conduzidos de forma mais sustentável, alinhando-os aos princípios da Química Verde. Abaixo, são listados experimentos conhecidos que, quando revisados sob a ótica da Química Verde, oferecem alternativas mais seguras e ecologicamente responsáveis para o ensino.

1. Síntese de sabão ecológico a partir de óleo de cozinha usado

Este experimento envolve a saponificação de óleos de cozinha usados para produzir sabão. Os alunos aprendem sobre reações de hidrólise alcalina e a

importância do reaproveitamento de resíduos oleosos (Fernandes *et al.*, 2019).

Princípios da Química Verde: Prevenção de resíduos, uso de catalisadores inócuos.

2. Síntese de plástico Biodegradável a partir de amido

Os alunos produzem Bioplástico utilizando amido de mandioca e glicerol como plastificante. Este experimento introduz conceitos de polímeros biodegradáveis e sustentabilidade (Carniel *et al.*, 2023).

Princípios da Química Verde: Uso de materiais renováveis, redução de resíduos.

3. Purificação de água usando filtros de carvão ativado

Os alunos constroem filtros de água utilizando carvão ativado obtido de resíduos agrícolas, como cascas de coco. Este experimento mostra a importância da purificação de água e a reutilização de resíduos (Costa *et al.*, 2022).

Princípios da Química Verde: Prevenção de resíduos, design de produtos menos perigosos.

4. Degradação de corantes com Fotocatálise usando luz solar

Utilizando dióxido de titânio (TiO_2) como fotocatalisador, os alunos promovem a degradação de corantes orgânicos em solução aquosa utilizando luz solar. Este experimento destaca a importância de tecnologias limpas no tratamento de efluentes (Saggioro *et al.*, 2012).

Princípios da Química Verde: Eficiência energética, minimização de impactos ambientais.

5. Extração de óleos essenciais por arraste de vapor

Um experimento clássico onde os alunos extraem óleos essenciais de plantas, como a hortelã, utilizando a técnica de destilação por arraste de vapor. Este experimento é acessível e demonstra a importância dos métodos de extração ecológicos (Valentim e Soares, 2018)

Princípios da Química Verde: Redução do uso de solventes perigosos,

eficiência energética.

6. Indicadores naturais de pH a partir de vegetais

Os alunos podem criar indicadores de pH utilizando extratos de repolho roxo, hibisco, ou beterraba. Este experimento é acessível e mostra a versatilidade de materiais naturais na química analítica (Oliveira, Sousa, Cole, 2022)

Princípios da Química Verde: Substituição de substâncias perigosas, uso de solventes seguros.

7. Síntese de biodiesel a partir de óleo de cozinha usado

Este experimento consiste na produção de biodiesel utilizando óleo de cozinha usado como matéria-prima. Os alunos poderão compreender reações de transesterificação e discutir a importância do reaproveitamento de resíduos na produção de combustíveis (Freitas et al., 2022).

Princípios da Química Verde: Uso de materiais renováveis, prevenção de resíduos.

A implementação de experimentos sustentáveis através da Química Verde nas práticas educativas não é apenas uma necessidade, mas uma responsabilidade frente aos desafios ambientais e sociais contemporâneos. Ao integrar esses conceitos no ensino, promovemos uma cultura de consciência ambiental entre os estudantes, capacitando-os para atuarem de forma crítica e inovadora no desenvolvimento de soluções que minimizem os impactos negativos ao meio ambiente. A Química Verde, ao incentivar a utilização de recursos renováveis, a redução de resíduos e o uso de substâncias menos nocivas, fornece uma estrutura sólida para a construção de um futuro mais sustentável. Assim, ao preparar os alunos para o enfrentamento desses desafios, não apenas contribuimos para sua formação científica, mas também para o desenvolvimento de cidadãos comprometidos com um planeta mais saudável e equilibrado (Souza, 2020).

CAPÍTULO II

ABORDAGENS METODOLÓGICAS: ETAPAS DA PESQUISA

Neste capítulo, são descritas as abordagens metodológicas que orientam a coleta e análise dos dados da pesquisa, com o objetivo de responder à questão central: qual a contribuição dos princípios da QV para o Ensino de Química? São abordados aspectos como o tipo de pesquisa, as ferramentas utilizadas para coletar as informações, o perfil dos participantes e o método de análise dos dados.

2.1 TIPO DE PESQUISA

A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa e descritiva, adequada para explorar de forma aprofundada as percepções e práticas dos professores de química quanto a incorporação de princípios da QV em sala de aula. Segundo Lunetta e Guerra (2023), pesquisar é uma jornada intelectual destinada a novas descobertas. Seja no campo científico, com a meta de impulsionar o progresso tecnológico, ou no ambiente acadêmico, voltado para o aprofundamento do conhecimento, a pesquisa desempenha um papel crucial. Nesse contexto, uma pesquisa qualitativa permite captar os nuances das experiências dos participantes, tornando-se essencial quando o objetivo é entender práticas pedagógicas e processos de ensino e aprendizagem.

Este estudo também se caracteriza como pesquisa de campo, pois coleta informações diretamente dos participantes da pesquisa. A abordagem descritiva por sua vez, facilita a documentação e a análise das características observadas, contribuindo para uma compreensão detalhada dos fenômenos estudados e das experiências relatadas. De acordo com Lunetta e Guerra (2023), “a pesquisa de campo é uma forma de investigação que complementa as pesquisas bibliográficas e documentais, permitindo a coleta de dados diretamente com pessoas ou grupos”.

2.2 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Para investigar a aplicação da Química Verde no ensino, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com professores de Química da rede pública estadual em Parnaíba – Piauí. Essa técnica permite uma flexibilidade que enriquece a coleta de dados, pois combina questões previamente definidas com a possibilidade de explorar aspectos que surgem espontaneamente durante as entrevistas. De acordo

com Sampaio (2022), a entrevista semiestruturada é uma ferramenta eficaz para obter dados empíricos que refletem a experiência real dos participantes, possibilitando uma visão aprofundada de temas complexos.

O planejamento da coleta de dados foi guiado pelas questões essenciais levantadas por Quivy e Campenhoudt (2005): o que coletar, de quem coletar e como coletar. A coleta de dados é uma etapa importante em uma pesquisa, pois com ela é estabelecido a aplicabilidade do seu instrumento de estudo, de acordo com Quivy e Campenhoudt (2005, p.205 apud Sampaio 2022):

A coleta de dados compreende o conjunto de operações através das quais o modelo de análise é confrontado com dados observáveis. Ao longo dessa etapa são, portanto, reunidas numerosas informações. [...] Conceber essa etapa de coleta de dados equivale a responder às três perguntas seguintes: coletar o quê?; em quem?; como? Coletar o quê? Os dados a reunir são aqueles que são úteis à verificação das hipóteses. São determinados pelos indicadores das variáveis. Chamam-se dados pertinentes. Coletar em quem? Trata-se, depois, de circunscrever o campo das análises empíricas no espaço geográfico e social, bem como no tempo. Dependendo do caso, o investigador poderá estudar o conjunto da população considerada ou somente uma amostra representativa ou significativa dessa população. Como coletar? Esta terceira pergunta incide sobre os instrumentos da coleta de dados propriamente dita. A coleta de dados compõe-se, com efeito, de três operações: » Conceber o instrumento capaz de fornecer as informações adequadas e necessárias para testar as hipóteses; por exemplo, um questionário um guia de entrevistas ou um quadro de observação direta; » Testar o instrumento de coleta de dados antes de o utilizar sistematicamente, de modo a assegurar-se de que o seu grau de adequação e de precisão é suficiente; » Aplicá-lo sistematicamente e proceder, assim, à coleta de dados pertinentes (Quivy e Campenhoudt, 2005, p. 205).

Para responder a essas perguntas, desenvolvemos um roteiro de entrevista que, após passar por uma etapa de validação, buscou coletar dados consistentes sobre as práticas e perspectivas dos docentes em relação à QV. Dessa forma, ocorrerá uma entrevista com os sujeitos da pesquisa contendo questões relacionadas a QV e o ensino de Química.

2.3 CAMPO E SUJEITO DA PESQUISA

Os participantes do estudo foram docentes de Química que atuam em escolas públicas estaduais de Parnaíba-Piauí. A escolha dos participantes baseou-se em seu

envolvimento direto com a disciplina e na possibilidade de aplicarem práticas sustentáveis no contexto escolar, o campo de pesquisa ocorreu de forma online via google meet e WhatsApp. Para manter o anonimato e preservar a integridade dos entrevistados, foi utilizado a seguinte caracterização: para o professor 01, professor 02, professor 03, professor 04 e professor 05, utilizou-se os seguintes códigos, respectivamente, A, B, C, D, E. Essa estratégia busca proteger a identidade dos participantes, permitindo que compartilhem suas percepções sem reservas.

2.4 ANÁLISE DE DADOS

Para a análise dos dados, optou-se pela análise de Conteúdo, uma técnica que permite categorizar e interpretar informações qualitativas de forma sistemática e detalhada. Segundo Sampaio (2022), essa metodologia oferece uma estrutura robusta para a interpretação dos dados, especialmente em estudos que buscam compreender fenômenos complexos a partir das falas e percepções dos participantes. Conforme ela afirma:

Logo, a análise dos dados possui como produto, o resultado, e a interpretação gera sua verdadeira contribuição científica. Por fim, o conhecimento/dados devem ser comunicados para que o encadeamento lógico do conhecimento científico continue a ser desenvolvido (Sampaio, 2022, p.45).

Os dados foram organizados em três categorias principais, que refletem aspectos centrais da aplicação da QV no ensino: Contribuições pedagógicas da Química Verde no contexto educacional, A importância dos pilares da Química Verde na sala de aula, Experimentos sustentáveis no ensino de Química. A análise foi apoiada por referências teóricas que permitiram comparar as informações obtidas com o que já foi abordado na literatura, criando um diálogo entre as práticas observadas e as perspectivas teóricas.

CAPÍTULO III

QUÍMICA VERDE NO ENSINO: CAMINHOS PARA UM FUTURO SUSTENTÁVEL

A QV tem se consolidado como uma abordagem fundamental para o desenvolvimento de práticas sustentáveis, oferecendo diversas possibilidades de inovação no Ensino de Química. No contexto educacional, ela propicia uma integração eficaz entre teoria e prática, promovendo a responsabilidade ambiental e estimulando soluções científicas alinhadas às demandas globais. Uma das principais perspectivas futuras envolve a implementação de experimentos práticos que utilizem materiais menos agressivos ao meio ambiente, contribuindo para a formação de uma consciência ecológica entre os alunos.

Além disso, a utilização de metodologias ativas, fundamentadas nos princípios da QV, favorece o protagonismo estudantil e estimula habilidades essenciais como o pensamento crítico e a resolução de problemas. A inserção da QV no ensino, segundo Silva et al. (2023), demonstra que temas geradores e questões-problema surgem como metodologias promissoras para estabelecer conexões entre a QV e o desenvolvimento sustentável nos cursos de Licenciatura em Química. Diversos modelos de integração dessa abordagem a uma educação sustentável têm sido desenvolvidos e podem ser ajustados às diversas realidades escolares no Brasil. Dessa forma, a incorporação dessa filosofia nos cursos de formação docente contribui significativamente para a preparação de profissionais qualificados e conscientes de sua responsabilidade na construção de uma sociedade mais sustentável.

3.1 CONTRIBUIÇÕES PEDAGÓGICAS DA QUÍMICA VERDE NO CONTEXTO EDUCACIONAL

As contribuições pedagógicas da QV no contexto educacional destacam-se pela sua capacidade de proporcionar aos alunos uma aprendizagem profunda e alinhada aos princípios da sustentabilidade. Essa abordagem estimula a reflexão crítica dos alunos sobre os impactos ambientais das práticas químicas convencionais, ao mesmo tempo que oferece alternativas mais seguras e responsáveis. Ao integrar teoria e prática sustentável, a QV facilita o desenvolvimento de habilidades como resolução de problemas, tomada de decisões e pensamento sistêmico, competências essenciais para a formação de cidadãos conscientes e comprometidos com um futuro

sustentável.

Conforme, Alves et al. (2020) destaca que:

Nesse sentido, a adoção da Química Verde nos contextos escolares configura-se como uma técnica importante na abordagem da problemática da questão ambiental, não só no que diz respeito à contemplação do tema em pesquisas, como na inserção deste conceito nos cursos de graduação e em práticas laboratoriais (Alves et al., 2020, p. 178).

Nesse sentido, os sujeitos da pesquisa relataram suas percepções sobre a contribuição da QV no desenvolvimento do pensamento crítico e consciente dos alunos no Ensino de Química, destacando os seguintes aspectos:

Eu acredito que a Química Verde pode ajudar os alunos a refletir sobre o impacto ambiental. E por meio disso, dessa reflexão, eles podem desenvolver uma visão mais crítica sobre a sustentabilidade. E isso pode ajudar a entender também os problemas econômicos que a gente enfrenta e como a Química pode estar agindo no sentido de combater esses problemas (A, 2024).

A química verde vem para melhorar a qualidade de vida do cidadão, e a química como ciência tem a obrigação de contribuir para esse fator, tendo em vista que o ensino de química visa levar o conhecimento e esse conhecimento deve ser empregado no dia-a-dia faz com que seja formado uma opinião crítica naquele que recebe o conhecimento (B, 2024).

Eu costumo dizer que é muito importante falar aos alunos sobre a Química Verde, sempre focando na sustentabilidade, nos impactos ambientais, pois é uma coisa que deve nos promover uma educação mais consciente, principalmente hoje, no mundo que vivemos, com tanta dificuldade, tanta falta de empatia, conhecimento, por parte de alguns alunos. Normalmente falo com relação aos problemas ambientais, mostrando que devemos, nós como seres humanos, nos conscientizar com o meio e a forma como cuidamos, pelo menos nas nossas. Esquecemos que o planeta não é só nosso. Tem aí uma geração futura que vem e que precisa ter um ambiente adequado para conviver, para viver (C, 2024).

Diante disso, é essencial destacar a importância de incorporar os princípios da QV no Ensino de Química, pois essa abordagem proporciona aos alunos uma visão crítica e consciente da sociedade em que vivem. A QV visa contribuir para uma sociedade mais limpa e sustentável, e ao trazer esse conceito para o ambiente escolar,

possibilitamos que os alunos levem os princípios da QV além das salas de aula, aplicando-os em suas ações diárias.

Conforme afirmam Pires e Lima (2024), a falta de conhecimento dos estudantes sobre a QV configura uma lacuna significativa no processo educacional, dado seu impacto tanto na cidadania quanto na qualificação profissional em áreas relacionadas à química. Portanto, é imprescindível que o tema seja abordado de maneira ampla e estruturada no currículo escolar, sensibilizando os alunos sobre a importância de preservar o meio ambiente e preparando-os para um mercado de trabalho que exige práticas sustentáveis e conscientes.

A integração da QV no Ensino de Química representa uma abordagem inovadora, que vai além do conteúdo teórico. Ela estimula a conscientização sobre práticas sustentáveis, forma cidadãos críticos e responsáveis, e oferece soluções práticas para reduzir os impactos ambientais. Dessa forma, une-se o avanço educacional à melhoria da qualidade de vida, promovendo transformações sociais positivas.

No entanto, ao questionar os professores participantes da pesquisa sobre a aplicação dos conceitos da QV nos temas transversais de caráter social e sustentável em sala de aula, e sobre a receptividade dos alunos ao tema abordado, observou-se que, de acordo com a BNCC (2018), a Educação Ambiental integra a Base Nacional Comum Curricular por meio dos Temas Contemporâneos Transversais, como o caderno de Meio Ambiente: Educação e a Educação para o Consumo. Esse material tem respaldo legal pela Lei nº 9.795/1999 e deve ser trabalhado com alunos de todas as idades, em diferentes etapas e modalidades da Educação Básica (Brasil, 2022). Dentro dessa perspectiva, os professores entrevistados relataram que:

Eu acredito que falar sobre energias renováveis também está relacionado com a Química Verde, e ano passado eu fui uma das pessoas responsáveis por desenvolver um projeto na escola, era uma espécie de projeto sobre as energias renováveis, e aí nós fizemos um evento que teve palestra, que teve exposição de trabalhos, e nisso nós falamos dentro da sala de aula para que os alunos pudessem desenvolver, ou os trabalhos que foram expostos lá na mostra, falamos sobre as fontes de energia utilizadas [...] Falamos também sobre o hidrogênio verde, que também é uma pauta muito importante, principalmente para a Parnaíba. E foi muito bom, foi muito bom, [...] é importante para que a gente torne as aulas mais próximas da realidade do aluno fazendo com que eles tenham mais interesse e entendam a relevância da temática ambiental [...] quando a gente está falando sobre preservar o meio ambiente e sobre utilizar fontes de energia que não sejam tão prejudiciais como a gente ainda usa hoje em dia (A, 2024).

Já conversei assim de certa forma com os alunos, alguns conceitos da Química Verde abordando, por exemplo, as substâncias, soluções, reagentes, de um determinado laboratório que eu ministrou aula, de uma determinada escola, e observei que para eles era só jogar as substâncias no lixo [...] eu estava mostrando a eles com relação a substâncias presentes no laboratório que estavam vencidas, que estavam abertas, sem cuidados, alguns sem rótulos, e conversei com relação a poluição, sobre os problemas que podem ocorrer para o meio ambiente, para o ser humano. E na visão deles era simplesmente só pegar, jogar no lixo e pronto. E eu fui explicar com relação a essas substâncias que estavam lá, que não é tão simples assim fazer o descarte dele, que precisa ter todo um procedimento, precisa ter o descarte correto, colocar o correto, que isso era muito importante. Eu percebi que eles não tinham noção alguma do perigo que poderia ocorrer com relação a esse exemplo que eu dei a eles (C, 2024).

Neste contexto, a integração da QV nas temáticas transversais abordadas em sala de aula desempenha um papel crucial na formação de cidadãos mais conscientes e comprometidos com a sustentabilidade. Essa abordagem vai além da adoção de metodologias sustentáveis no ensino, ela promove uma compreensão ampla e aprofundada dos desafios ambientais que a sociedade enfrenta, estimulando os alunos a refletirem e a agirem de forma prática em direção a um futuro mais equilibrado e sustentável.

A introdução de uma abordagem inovadora para o Ensino de Química traz consigo uma perspectiva crítica e reflexiva sobre a educação ambiental, destacando sua importância para a preservação e cuidado com o meio ambiente. Com isso, busca-se transformar a prática educativa e cultivar uma consciência sustentável entre os estudantes, conectando o conhecimento adquirido em sala de aula à responsabilidade socioambiental que deve ser exercida na vida cotidiana. Essa iniciativa não apenas altera a forma de ensinar, mas também inspira ações concretas para a construção de uma sociedade mais justa e ecologicamente responsável.

3.2 A IMPORTÂNCIA DOS PILARES DA QUÍMICA VERDE EM SALA DE AULA

A QV surge com seus pilares fundamentais, representados pelos 12 princípios que a definem, oferecendo uma nova perspectiva sobre como integrar esses fundamentos no Ensino de Química. Ao incorporar esses princípios ao currículo escolar, podemos expandir seus valores, criando uma linha de aprendizado inovadora que transforma a Química tradicional. Esse enfoque destaca a importância da inovação e da sustentabilidade, promovendo a melhoria da qualidade de vida através

do ensino.

Esses princípios formam a ponte entre os valores propostos pela QV e os conhecimentos prévios utilizados em sala de aula pelos professores. Eles representam uma abordagem renovada da Química, tanto em sua vertente teórica quanto prática, proporcionando uma educação mais alinhada com as necessidades ambientais contemporâneas.

Segundo as autoras Sousa, Silva e Costa (2020), a integração da sustentabilidade no currículo do ensino médio, especialmente na disciplina de Química, desempenha um papel fundamental na formação cidadã dos estudantes. Essa abordagem permite que os alunos compreendam profundamente o impacto das práticas químicas no meio ambiente, estimulando uma reflexão crítica sobre suas ações e decisões, com vistas a um futuro mais sustentável. Nesse contexto, foi questionado aos professores participantes da pesquisa sobre a aplicação dos princípios da QV nas aulas ministradas e as reações dos alunos. Os professores relataram que:

Infelizmente vou ter que lhe dar uma resposta negativa. Eu não trabalhei exatamente os doze princípios, não falando dessa forma, apresentando todos eles e discutindo, o que foi um equívoco meu. Eu entendo, eu assumo e voltando aqui para o seu trabalho, inclusive acho importante você ter colocado essa pergunta porque me abre os olhos para a necessidade de eu trabalhar sobre os doze princípios dentro das minhas aulas e é uma coisa que eu vou repensar para o próximo ano (A, 2024).

Na Verdade trabalhar os 12 princípios da química verde diretamente não foi possível tendo em vista que é um conteúdo que não está no cronograma da secretaria de educação, sendo assim os princípios abordados eram apenas aqueles mais próximos ao conteúdo programado (B, 2024).

Sempre falei com os cuidados que devemos tomar, com as substâncias, reagentes de forma geral, porém, nunca falei de forma direta sobre os pilares da Química Verde. Normalmente eu tento conscientizar sobre os descasos conscientes e a utilização de produtos que pode substituir os produtos industrializados. É sempre bom a momento de muita conversa, muito diálogo, porém, falar exatamente dos 12 pilares eu nunca cheguei a falar na sala de aula (C, 2024).

Não pude trabalhar detalhadamente sobre a Química verde em sala de aula, visto que não temos tempo suficiente para trabalhar temas científicos dentro dos conteúdos como gostaríamos. É apenas citado de forma rápida. E proposto aos alunos trabalharem em feiras de Ciências (D, 2024).

Diante desse contexto, embora haja tentativas de avançar na implementação de conteúdos diferenciados para os alunos, persiste uma lacuna significativa, seja pela limitação de tempo ou pela falta de conhecimento sobre os princípios da QV. Esse cenário reflete uma deficiência no oferecimento de conteúdo, muitas vezes devido à falta de apoio e diretrizes por parte de órgãos superiores responsáveis pela educação. Com base nesse panorama, é possível concluir que é essencial adotar uma visão mais ampla sobre a aplicação da educação ambiental dentro da sala de aula, buscando uma abordagem mais integrada e de fato aplicável ao contexto escolar.

Conforme apontado por diversos autores, a complexidade do ambiente escolar torna desafiadora a inserção dos princípios da QV no ensino. Embora essas discussões tenham começado em universidades e programas de pós-graduação, no ensino médio ainda há dificuldades em articular a QV com os temas que ela pode abranger. Tanto a QV quanto a Química Ambiental permanecem subexploradas, não apenas no ensino superior, mas também no ensino médio (Rolloff & Marques, 2018 apud Melo & Souza, 2022).

Em vista disso, foi questionado aos professores participantes da pesquisa quais estratégias consideram mais eficazes para a integração contínua e prática dos pilares da QV no planejamento pedagógico. Os professores, em suas respostas, compartilharam suas perspectivas e abordagens sobre como incorporar esses princípios no cotidiano da sala de aula, destacando as metodologias mais adequadas para garantir um ensino significativo e alinhado com as demandas ambientais atuais, na qual afirmaram que:

Acredito que a inserção de projetos práticos, eles podem ajudar muito no sentido de apresentar os pilares para os alunos e de fazê-los se sentirem pertencentes àquela temática. Quando eu falo de projetos, eu falo, por exemplo, do evento que nós fizemos na escola no ano passado e também da experimentação, porque quando o aluno se coloca à frente de qualquer atividade pedagógica, ele demonstra mais interesse, porque ele vai se sentir parte daquilo. Por isso que é importante colocar lá à frente da atividade (A, 2024).

Eu acredito que seja a exemplo do cotidiano, citando exemplos também com relação a aquecimento, de forma geral o clima, o meio em que vive e de forma bem simples eu costumo apresentar alguns experimentos utilizando materiais de baixo custo, materiais que podem ser utilizados produtos que tem em casa, que são vendidos de certa forma simples no supermercado e tento colocar essa conscientização dessa forma, de forma bem mais simples, bem mais eficaz, que não prejudique, mostrando para eles que tem formas e meios.

Com base no exposto, existem diversas formas de integrar os princípios da QV no processo de aprendizagem dos alunos, uma vez que esses princípios se conectam facilmente com as vivências cotidianas de cada estudante. Essa integração possibilita a introdução de novas abordagens de educação ambiental, promovendo o desenvolvimento de um pensamento crítico acerca das questões ambientais e das demandas da sociedade.

Neste contexto, propor práticas que melhorem a qualidade de vida e incentivem os alunos a refletirem sobre a sustentabilidade contribui para a construção de uma sociedade mais limpa e consciente.

Os princípios da QV apresentam uma resposta eficaz a essas necessidades, especialmente devido à sua natureza interdisciplinar, que favorece a realização de conexões entre diferentes áreas do conhecimento, estimula esforços colaborativos para enfrentar desafios ambientais e promove o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis. Essa abordagem permite identificar oportunidades de aprimoramento no ensino e na prática pedagógica. Além disso, nas últimas décadas, as questões ambientais têm ganhado cada vez mais destaque, com a mídia frequentemente abordando temas como a destruição da camada de ozônio, desmatamento, poluição industrial, vazamentos de resíduos, queimadas e rompimento de barragens, entre outros problemas graves que demandam uma atuação urgente e responsável (Melo & Souza, 2022).

3.3 EXPERIMENTOS SUSTENTÁVEIS NO ENSINO DE QUÍMICA

A Educação em Química prepara os estudantes para desempenharem um papel ativo na sociedade, desenvolvendo competências que lhes permitam compreender e contribuir para discussões sociais relacionadas às aplicações da Química e da tecnologia. Nesse sentido, é crucial estimular o pensamento crítico, a resolução de problemas e a capacidade de tomar decisões informadas, promovendo uma visão abrangente sobre os impactos sociais, ambientais e éticos das inovações científicas e tecnológicas (Souza, 2020).

Assim, a inclusão de experimentos no currículo de Ensino de Química funciona

como um facilitador no processo de ensino-aprendizagem, proporcionando uma abordagem mais prática e interativa dos conteúdos. Essa metodologia oferece uma perspectiva inovadora na introdução dos conceitos químicos, tornando o aprendizado mais envolvente e contextualizado. Nesse contexto, os participantes da pesquisa foram questionados sobre a realização de experimentos relacionados à QV e os desafios encontrados durante esse processo. Eles relataram que:

Eu já trabalhei sim em experimentos voltados para a sustentabilidade, para citar aqui um exemplo para você, eu trabalhei com os alunos a produção de bioplásticos por meio da proteína do leite, a caseína, que quando ela é separada e tratada, ela forma um polímero natural que é semelhante ao plástico, e para poder fazer isso, a gente aquece o leite e adiciona nele vinagre, e aí tem como fazer a separação da proteína, e os alunos eles moldaram alguns objetos e a gente esperou um período para que pudesse secar direitinho e eles puderam comprovar depois que realmente parecia muito plástico. E, por meio disso, eu trabalhei a temática da sustentabilidade, de como é importante a gente estar produzindo materiais que sejam biodegradáveis para poder minimizar o impacto da produção de lixo, o impacto dos resíduos no meio ambiente (A, 2024)

Existe um experimento simples de realizar que é com relação ao repolho roxo, os indicadores, que até fiz recente, com os alunos de uma determinada escola que não tem laboratório nessa escola. E é bem simples e mostrei para eles que podemos estar fazendo essa substituição de algumas substâncias industrializadas que são utilizadas normalmente, que são realizadas normalmente no laboratório, com essas substâncias industrializadas. Eu mostro para eles que tem como nós utilizarmos métodos, estratégias, produtos que nos auxiliem, que não modifiquem o meio ambiente com relação aos cuidados que nós devemos ter (C, 2024).

A aplicação de atividades experimentais no contexto escolar tem como prioridade a segurança dos estudantes, com orientações claras sobre a prática adequada de materiais e resíduos químicos. Nesse sentido, é essencial instruir os alunos sobre o descarte correto de substâncias, utilizando recipientes apropriados e devidamente rotulados para solventes, secantes e outros compostos. Além disso, deve-se promover a conscientização sobre práticas sustentáveis nos laboratórios, enfatizando a redução, reutilização e reciclagem de resíduos sempre que possível, alinhando a prática experimental aos princípios da QV (Souza, 2020).

Diante desse cenário, a busca por novas metodologias de ensino no campo da Química visa aprofundar a compreensão dos alunos sobre contextos sustentáveis,

utilizando os princípios da QV e aprimorando os conteúdos da Química tradicional. Esse movimento busca um ensino mais consciente, atento às necessidades e desafios sociais contemporâneos.

Para efetuar uma mudança significativa na percepção dos estudantes sobre questões ambientais e o papel fundamental da QV na busca por soluções sustentáveis, é crucial integrar práticas experimentais ao ensino. Esses experimentos, cuidadosamente planejados, não têm apenas a finalidade de despertar o interesse dos alunos, mas também de proporcionar uma compreensão mais aprofundada das implicações ambientais das atividades humanas, e de como a QV pode oferecer alternativas viáveis e responsáveis. Essa abordagem cria uma ponte entre teoria e prática, incentivando o pensamento crítico e a conscientização sobre a importância de escolhas sustentáveis.

Nesse contexto, foi questionado aos participantes da pesquisa quais experimentos consideravam mais adequados para incorporar os princípios da QV no ensino médio e qual o impacto desses experimentos no aprendizado de seus alunos. A seguir, os professores compartilharam suas experiências e opiniões, destacando a relevância desses experimentos no processo educativo.

Eu acredito que experimentos como a produção de bioplásticos, que eu falei até na questão anterior, na quinta questão, eles ensinam os alunos sobre o ciclo de vida dos materiais e o impacto ambiental que isso tem, o que pode acabar proporcionando uma compreensão prática dos princípios da química verde (A, 2024).

Normalmente eu coloco alguns experimentos, como eu falei, na questão 5, como exemplo do repolho roxo, que entra no assunto de neutralização dos ácidos das bases, que são utilizando produtos naturais, com relação também à produção do sabão, que eu posso estar também mostrando para eles a produção, com produtos que são, que eram até para ser jogados, descartados no meio ambiente, nós podemos reutilizar o óleo de cozinha, a gordura, que é utilizado também no meio, aqui na redondeza, que tem muitos restaurantes, muitos locais, que acabam simplesmente só jogando esse material fora. Fora, sem os devidos cuidados. E costumo tratar da seguinte forma, fazendo esses experimentos de baixo custo, simples, fazendo com que gere uma conscientização da turma, com relação até mesmo a como nós estamos cuidando do meio ambiente (C, 2024).

Experimentos que sejam possíveis de executar e que os alunos possam manusear participando ativamente de todos os procedimentos. Experimentos que sejam planejados de acordo com o tema abordado (E, 2024).

Sob as diversas perspectivas apresentadas sobre a experimentação no Ensino de Química com foco nos princípios da QV, é possível destacar que, embora a introdução da QV tenha aspectos positivos para o ensino, os professores enfrentam uma demanda por conteúdos específicos, ao mesmo tempo em que demonstram uma clara necessidade de transmitir/ produzir esses conhecimentos aos seus alunos.

Além disso, é fundamental promover uma visão positiva sobre a Química como parte das iniciativas que buscam garantir um futuro sustentável, igualitário e inclusivo. Ao expandir a compreensão do mundo, a integração de princípios sustentáveis ao ensino de Química não só fortalece as futuras gerações, mas também impulsiona o desenvolvimento humano de maneira a preservar a qualidade de vida (Silva et al., 2023).

Nesse contexto, a adoção dos princípios da QV no Ensino Médio, por meio de experimentos sustentáveis e metodologias práticas, demonstra o potencial transformador da educação científica. Ao unir teoria e prática, essas abordagens não apenas despertam o interesse dos alunos, mas também fomentam a conscientização ambiental e o desenvolvimento de uma visão crítica e responsável. Embora existam desafios a serem superados, o compromisso dos professores em adaptar os conteúdos e promover a sustentabilidade no ensino de Química reafirma a importância de uma educação voltada para a construção de um futuro, sustentável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando a temática abordada, o embasamento teórico e a definição dos objetivos, é possível concluir que este estudo tem como propósito refletir sobre a implementação da QV como uma abordagem para o Ensino de Química Sustentável, promovendo uma visão positiva no processo de ensino-aprendizagem. A incorporação dos princípios da QV no ensino da Química não só contribuiu para o desenvolvimento acadêmico dos alunos, mas também teve um impacto significativo em sua formação social, funcionando como uma ponte entre o conhecimento científico e as questões de cidadania e responsabilidade ambiental.

Embora a implementação da QV ainda enfrente desafios, é evidente que a integração dessa abordagem está cada vez mais próxima de se consolidar em sala de aula, especialmente no que tange ao despertar da consciência ambiental entre os alunos. Ao longo da pesquisa, ficou claro que a QV, como uma inovação no ensino de Química, desempenha um papel crucial no desenvolvimento do pensamento crítico e consciente dos estudantes, preparando-os para uma participação ativa na sociedade e no cuidado com o meio ambiente.

Em síntese, ao refletir sobre a aplicação dos princípios da QV no Ensino de Química, observa-se que essa abordagem não apenas contribui para a formação de cidadãos mais conscientes e críticos, mas também exerce uma influência direta na construção de soluções sustentáveis, essenciais para o futuro do nosso planeta. Esse estudo reafirma a importância de continuar investindo em metodologias que promovam a educação ambiental de forma integrada e inovadora, criando um legado de transformação no ensino e na sociedade.

REFERÊNCIAS

ABIQUIM. **Associação Brasileira da Indústria Química e Petroquímica**. Disponível em: www.abiquim.org.br . Acesso em: 01 ago. 2024.

ALMEIDA, Queli Aparecida Rodrigues de; SILVA, Bianca Bassetti; SILVA, Geovani Aristeu Lima Silva; GOMES, Suelen Stutz; GOMES, Thaina Nascimento da Conceição. **Química Verde nos cursos de Licenciatura em Química do Brasil: Mapeamento e importância na prática docente**. Amazônia | Revista de Educação em Ciências e Matemática | v.15, n. 34, jul-dez 2019. p.178-187.

ALVES, Jessica Mieko Ota; ALVES, João Victor da Silva; PIMENTA, Márcio Lopes; BORTOLASO, Ingridi Vargas. **Química Verde: Um Caminho para a Produção mais limpa**. FACEF Pesquisa: Desenvolvimento e Gestão, v.23, n.2 – mai/jun/julh/ago 2020.

BAPTISTA, Luis Fernando Zitei; RIBEIRO, João Pedro Mardegan; CORSI, Carlos Alexandre Curylofo; MORAES, Marcia Vilma Gonçalves de; BRÁCIDO, Delia Rita Tapia. **Produção de biofilmes como estratégia educativa à promoção da conscientização ambiental e sustentável**. XII Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química (XII EPPEQ) IFSP Sertãozinho/USP Ribeirão Preto, SP, Brasil –14 e 15, 2023.

BENEDICTO, Samuel Carvalho de; BENEDICTO, Élide Pallos de; SILVA, Luiz Henrique Vieira da. **Inovação e Sustentabilidade estratégica nas organizações: Química Verde, Ecotecnologia e Ecoeficiência aplicadas a Cadeia Produtiva de Couro, Calçados e Artefatos**. Periódico Eletrônico, Fórum Ambiental do Alto Paulista. Vol. 15, nº 03, 2019.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Ensino Médio. Brasília: Ministério da

BRASIL. Ministério da Educação. **Caderno Meio Ambiente: Educação ambiental: educação para o consumo**. Brasília, jul. 2022. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/cadernos_tematicos/caderno_meio_ambiente_consolidado_v_final_27092022.pdf. Acesso em: 13 dez.2024.

CARNIEL, Gustavo; ANDOLFATTO, Marciel Taffarel; MARCHESAN, Marlon Gabriel; WOLF, Lucas. **Produção de Bioplástico a partir do Amido de Mandioca**. Anais da VI Feira de Ciências, Tecnologia, Arte e Cultura do IFC Campus Concórdia, v. 6 n. 1, 2023.

CARVALHO, Marcos Fernandes de; SANTOS, Edjane Rocha dos. **Ensino de Química para Ciências Agrárias: Percepção dos Acadêmicos sobre Metodologias Tradicional e Ativa**. REAMEC – Rede Amazônica de Educação e Matemática, vol. 10, nº 2, 2022.

COSTA, Hudson Pimentel; SANTOS, Rogério Nunes dos; RIBEIRO, Livia Paulia Dias; PINTO, Olenaide Ribeiro de Oliveira; PINTO, Ciro de Miranda; COSTA, Danielle Rabelo; ALCÓCER, Juan Carlos Alvarado. **Produção e uso de filtros de água com**

carvão ativado derivado de matérias sustentáveis. Original Article. J. Health Biol Sci. 2022;10(1):1-7. Educação, 2018.

ESCHER, B. I.; STAPLETON, H. M.; SCHYMANSKI, E. L. **Tracking complex mixtures of chemicals in our changing environment.** Science. v. 367, n. 6476, p. 388-392, 2020.

FERNANDES, Thiago; JÚNIOR, José Murilo Mendes; SÁ, Antônia Fabiana da Costa; OLIVEIRAS, Vanessa Rodrigues de. **Fabricação artesanal de sabão caseiro a partir do reúso do óleo de cozinha como forma de renda extra e incentivo a formação de empreendimentos familiares.** Raízes e Rumos, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 37-48, jan./jul. 2019.

FREITAS, Stefani Gabrieli Dias de; FLORINDO, Débora Nathália Fernandes; RODRIGUEIRO, Mariana Matulovic da Silva; NETO, Mario Mollo; OLIVEIRA, Kassandra Sussi Mustafé; SANTOS, Paulo Sérgio Barbosa dos. **Produção de biodiesel a partir do óleo de soja, milho, girassol e canola por transesterificação: uma revisão sistemática.** Research, Society and Development, v. 11, n. 5, e33411527167, 2022.

GOMES, Lucas de Souza; ANDRADE, Júlia Régis de; LEAL, Ana Beatriz Alves; NUNES, Renata Cristina. **Panorama da Inclusão dos Conceitos de Química Verde nas Licenciaturas em Química dos Institutos Federais.** Revista Ambiente & Educação Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental – PPGEA/FURG v. 27, n. 01, agosto, 2022.

LUNETTA, Avaetê de; GUERRA, Rodrigues. **Metodologia da Pesquisa Científica e Acadêmica.** Revista OWL (OWL JOURNAL) ISSN: 2965-2634 vol. 1, n. 2, Campina Grande, ago. 2023.

MELO, E. C.; SOUZA, K. S. **Química Verde no Ensino de Química: Uma revisão entre 2011 e 2021 a partir de periódicos científicos.** Research, Society and Development, v. 11, n. 9, e43711931981, 2022.

MENEGHETTI, Mario Roberto; SUAREZ, Paulo Anselmo Ziani; MENEGHETTI, Simoni Margareti Plentz. **Contribuições da Catálise na Busca pela Sustentabilidade.** Rev. Virtual Quim., 2022.

NARDOTTO, R. S., & BERNARDELLI, M.S. (2019). **A Química Verde como Estratégia de Ensino e aprendizagem no Brasil/green chemistry as a teaching and learning strategy in Brazil.** Revista Dynamis, 25(2), 173-186. <http://dx.doi.org/10.7867/1982-4866> . 2019, v.25 n.2 p173-186.

OLIVEIRA, Williana S.; SOUSA, Paulo S. A.; COLE, Thiciana S.S. **Produção de Indicadores Ácido-Base Naturais em Solução e em Papel a Partir de Extratos de Plantas com Potencial Aplicação no Ensino de Química.** Quím. Nova esc. – São Paulo – SP, BR. Vol. 45, N° 2, p. 131 – 141, 2023.

PIRES, E. V.; LIMA, M. C de. **O Ensino da Química Verde para a conscientização ambiental e incentivo a uma boa conduta na manipulação de produtos químicos.** Revela, São Paulo, v. 19, nº 3, 2024.

Roloff, F. B., & Marques, C. A. **Contribuições de produções acadêmicas nacionais sobre Química Verde e seu ensino.** Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas, 14(32), 78-91, 2018. <http://dx.doi.org/10.18542/amazrecm.v14i32.6175>.

SAGGIORO, Enrico; PAVESI, Thelma; FERREIRA, Luís Filipe Vieira Ferreira; MOREIRA, Josino; OLIVEIRA, Anabela. **Fotocatálise solar na remediação de corantes indigoides usados no tingimento de fios de algodão.** IPP – Instituto Politécnico de Portalegre, 2012.

SAMPAIO, Tuane Bazanella. **Metodologia da Pesquisa.** – 1. ed. – Santa Maria, RS: UFSM, CTE, UAB, 2022.

SANDRI, Marilei Casturina Mendes; FILHO, Ourides Santi. **Os Modelos de Abordagem da Química Verde no Ensino de Química.** Educ. quím vol.30 no.4 Ciudad de México oct. 2019.

SANTOS, Alessandra Carvalho de; ALVES, Leonardo Alcântara; BERTINI, Luciana Medeiros; NASCIMENTO, Tássio Lessa do. **Química Verde para a Sustentabilidade: Natureza, Objetivos e Aplicação Prática** – 1. Ed. – Curitiba: Appris, 2020.

SANTOS, L. C. S.; LIMA, M. L. S. O.; VIEIRA, R. B. **Uma abordagem experimental da Química Verde para o ensino médio a partir da biodegradação de corantes.** Revista Semiárido De Visu, v. 12, n. 1, p. 462–481, 2024.

SILVA, Geovani Aristeu Lima; ALMEIDA, Queli Aparecida Rodrigues de; GOMES, Suelen Stutz; GOMES, Thainá Nascimento da Conceição; AVERSA, Thiago Muza. **Inserção da Química Verde no ensino de química visando uma sociedade mais sustentável.** ReSBEnQ, Brasília-DF, v. 04, n. 1, 2023, e042301, jan./dez. 2023.
SOUZA, Alessandra Carvalho de; SILVA, Cristina Emanuely da; COSTA, Tairiz Tatiani da. **A abordagem dos princípios da Química Verde e sustentabilidade no livro didático de química do ensino médio.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 19, Nº 3, 593-616 2020.

SOUZA, Carla Cristina Onorio de. **Experimentos de Química Verde numa Abordagem CTS no ensino médio: Ferramenta de Construção de Aprendizagens e Promoção de Desenvolvimento Sustentável.** Londrina, 2020.

VALENTIM, João A.; SOARES, Elane C. **Extração de Óleos Essenciais por Arraste a Vapor: Um Kit Experimental para o Ensino de Química.** Quím. nova esc. – São Paulo-SP, BR. Vol. 40, Nº 4, p. 297-301, 2018.

VAZ, Carlos Renato Strombeck; JUNIOR, Gildo Giroto; PASTRE, Julio Cezar. **Adoção da Química Verde no Ensino Superior Brasileiro.** Quim. Nova, Vol. 47, No. 3, e-20230117, 2024.

ZIMMERMAN, J. B.; ANASTAS, P. T.; ERYTHROPEL, H. C.; LEITNER, W. **Designing for a green chemistry future**. Science, v. 367, n. 6476, p. 397-400, 2020.

ZUIN, V. G. **A inserção da dimensão ambiental na formação de professores de Química**. Campi – nas: Átomo, 2011.

ZUIN, V. G.; Eilks, I.; Elshami, M.; Kümmerer, K. **Education in green chemistry and sustainable chemistry: perspectives towards sustainability**. Green Chemistry, v. 23, n. 4, p. 1594-1608, 2021.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

INSTITUTO FEDERAL DO PIAUÍ – IFPI
LICENCIATURA EM QUÍMICA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO -TCC

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TÍTULO DO PROJETO: Química Verde: Uma abordagem Sustentável para o Ensino de Química.

PESQUISADORES RESPONSÁVEIS: Aline de Paiva Batista

Orientadora: Profa. Dra. Maria de Fátima Cardoso Soares

INSTITUIÇÃO: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí-Campus Parnaíba.

TELEFONE PARA CONTATO: (86) 99480 – 9046

Você está convidado (a) para participar, como voluntário (a), em uma pesquisa. Você precisa decidir se quer participar ou não. Por favor, não se apresse em tomar decisão. Leia cuidadosamente o que se segue e pergunte ao responsável pelo estudo qualquer dúvida que você tiver. Após ser **esclarecido (a)** sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado (a) de forma alguma.

A pesquisa evidenciada tem como objetivo geral: Identificar a contribuição pedagógica dos princípios da Química Verde no contexto educacional. Para a coleta de dados, será aplicada uma entrevista com o objetivo de traçar o perfil dos participantes em relação ao ofício estudado. Cada participante responderá individualmente às perguntas em dia, horário e local previamente definidos pelo grupo de pesquisa e pelos participantes. Ainda nesse contexto, vale ressaltar que em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimentos de eventuais dúvidas.

Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. A menos que requerido por lei ou por sua solicitação, somente o pesquisador, terá acesso a suas informações para verificar as informações do estudo.

Graduanda: Aline de Paiva Batista

APÊNDICE B – CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, _____
_ RG nº _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo sobre “Química Verde: Uma abordagem sustentável para o Ensino de Química”. Tive pleno conhecimento das informações que foram redigidas, descrevendo em participar desse estudo. Ficaram claros pra mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos realizados, as garantias de confidencialidade e de esclarecimento permanentes. Ficou claro que a minha participação é isenta de despesas. Concordo, voluntariamente, em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo. A retirada do consentimento da participação no estudo não acarretará em penalidade ou prejuízos.

Parnaíba, _____ de _____ de _____

Nome do sujeito:

Assinatura do sujeito:

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre esclarecido deste sujeito de pesquisa ou representantes legais para a participação neste estudo.

Parnaíba, _____ de _____ de 2024.

Assinatura do professor responsável

APÊNDICE C – ENTREVISTA

1. De que forma você acredita que a Química Verde pode contribuir para uma educação mais crítica e consciente no ensino de Química?
2. Você já utilizou algum conceito da Química Verde para abordar temas transversais, como sustentabilidade e cidadania? Como foi a recepção dos alunos?
3. Você já introduziu os 12 Princípios da Química Verde em suas aulas? Se sim, como os alunos reagiram a esses conceitos?
4. Quais estratégias você acredita serem mais eficazes para integrar os pilares da Química Verde no planejamento pedagógico de forma contínua e prática?
5. Você já realizou ou propôs algum experimento sustentável utilizando os conceitos de Química Verde? Quais foram os desafios enfrentados?
6. Quais experimentos sustentáveis você considera mais adequados para trabalhar os princípios da Química Verde no ensino médio, e como eles impactam no aprendizado dos alunos?

ANEXO A – CARTA DE ACEITE



CARTA DE ACEITE

Rio de Janeiro, 22 de janeiro de 2025.

Prezadas Aline de Paiva Batista e Maria de Fátima Cardoso Soares temos a satisfação de informar que, após avaliação realizada por nossa equipe editorial, concluímos que a sua proposta de capítulo intitulada **QUÍMICA VERDE: UMA ABORDAGEM SUSTENTÁVEL PARA O ENSINO DE QUÍMICA** foi aceita para ser incluída no livro **Construção de saberes e inovação pedagógica: desafios e possibilidades para a educação**. Atestamos a qualidade e o teor acadêmico do trabalho citado para a publicação.

Fonte: Editora e-Publicar, 2025