



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA

IASMIM KELEN SILVA SÁ

**CADERNO DIDÁTICO DE EXPERIMENTAÇÕES PARA A ÁREA DE QUÍMICA
VERDE**

SÃO LUÍS
2023

IASMIM KELEN SILVA SÁ

**CADERNO DIDÁTICO DE EXPERIMENTAÇÕES PARA A ÁREA DE QUÍMICA
VERDE**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal do Maranhão como um dos requisitos para obtenção do grau de Licenciada em Química.

Orientador: Prof. Dr. Meubles Borges Júnior

SÃO LUÍS

2023

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Silva Sá, Iasmim Kelen.

CADERNO DIDÁTICO DE EXPERIMENTAÇÕES PARA A ÁREA DE
QUÍMICA VERDE/ Iasmim Kelen Silva Sá. - 2023.

54 p.

Orientador(a): Meubles Borges Júnior.

Monografia (Graduação) - Curso de Química,
Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2023.

1. Desenvolvimento Sustentável. 2. Ensino. 3.
Material de Apoio. 4. Meio Ambiente. 5. Sala de Aula.
I. Borges Júnior, Meubles. II. Título.

IASMIM KELEN SILVA SÁ

**CADERNO DIDÁTICO DE EXPERIMENTAÇÕES PARA A ÁREA DE QUÍMICA
VERDE**

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal do Maranhão como um dos requisitos para obtenção do grau de Licenciada em Química.

Orientador: Prof. Dr. Meubles Borges Júnior

Aprovada em 12 de julho de 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Meubles Borges Júnior (Orientador)
Departamento de Química - UFMA

Profa. Dra. Cláudia Quintino da Rocha
Departamento de Química - UFMA

Prof. Dr. Cicero Wellington Brito Bezerra
Departamento de Química - UFMA

Dedico este trabalho a Deus e aos meus familiares, que de diversas maneiras me sustentaram e me guiaram em toda minha trajetória acadêmica. Em especial, a minha avó, que dentre todos nunca desistiu de incentivar meus estudos e minhas vitórias pessoais.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, pela luz e discernimento dados a mim durante toda essa desafiante jornada acadêmica que percorri. Também, pela minha vida e a saúde diária que me foi fornecida por Ele.

A esta universidade, ao seu corpo docente e a todos os colaboradores que fazem possível seu pleno funcionamento.

Ao meu orientador, Meubles Júnior, por todos os conselhos, auxílios, ensinamentos e boas energias repassados a mim. Foi mais que um prazer o conhecer, me considero agraciada com a amizade que construímos ao longo dos semestres.

A minha avó, Regina Sousa, que me educou e sempre incentivou e financiou meus estudos, investindo em mim sem precedentes e me fazendo crescer mais a cada dia.

Aos meus familiares: meus amados pais, Eliete Barros e Ricardo Sá, aos meus irmãos Paulo Sá e Poliana Sousa, a minha tia Paula Sousa, ao meu avô José Ribamar Sá, a minha avó Maria Silva, ao meu namorado, Paulo Barroso, e, em especial, a minha falecida bisavó, Antônia Sousa ou como a chamávamos: docinho, pelo incentivo, amor e apoio emocional.

A todos os amigos e colegas com quem convivi durante esses quatro anos, em especial, a minha amiga Bruna Estrela, que assim como meus familiares, está comigo nos melhores e nos piores momentos.

Meus sinceros agradecimentos a todos.

RESUMO

A Química é uma importante ciência que estuda a matéria, suas transformações e a energia envolvida nesses processos. Dessa forma, sua abrangência é ampla em diversos cenários, como por exemplo a produção de combustíveis, o desenvolvimento de novos medicamentos ou ainda as mudanças que ocorrem na atmosfera. Todavia, os impactos ambientais associados à sua prática competem, em tamanho, com sua existência. A partir disso, surge a Química Verde, com um conjunto de princípios que visam o desenvolvimento sustentável por meio de processos e produtos menos tóxicos. Nesse contexto, tendo em vista que a educação se exterioriza como uma importante ferramenta para alastrar a cultura do desenvolvimento sustentável em todo o mundo, esse trabalho buscou desenvolver dois cadernos didáticos com experimentos na área da Química Verde (QV), para auxiliar docentes e discentes a relacionar diversos assuntos de Química com esse importante segmento. Para tanto, foram aplicados formulários estruturados e autopreenchíveis eletronicamente - via Google Forms, e os dados quantificados foram fornecidos pela própria plataforma de aplicação. Ademais, realizou-se uma aprofundada busca e estudos em periódicos, revistas e bancos eletrônicos, como por exemplo, SCIELO, por materiais basais e experimentos de Química para o desenvolvimento de cadernos didáticos voltados para o segmento da QV. Os resultados mostram que o estudo obteve sucesso no desenvolvimento dos cadernos didáticos de experimentação na área da Química Verde. Em relação ao questionário, mais da metade dos respondentes afirmou que a temática da Química Verde não é abordada em seu curso. Além disso, 98,5% dos pesquisados consideraram as práticas laboratoriais um bom auxílio para compreender os conteúdos teóricos. Diante disso, pode-se concluir que há uma deficiência na associação de temáticas ambientais com os assuntos cotidianos das disciplinas dos cursos pesquisados. Nesse sentido, os cadernos didáticos se mostram materiais de apoio importantes para que alunos e professores percebam como podem associar a Química Verde aos demais conteúdos de Química, promovendo uma abordagem mais sustentável e consciente da disciplina. Este estudo representa um passo importante em direção a um ensino mais sustentável e consciente, e espera-se que a Química Verde seja cada vez mais integrada à educação, contribuindo para um futuro mais promissor e responsável com o meio ambiente.

Palavras-Chave: Ensino. Meio Ambiente. Material de apoio. Sala de Aula. Desenvolvimento sustentável.

ABSTRACT

Chemistry is an important science that studies matter, its transformations and the energy involved in these processes. Thus, its scope is wide in several scenarios, such as the production of fuels, the development of new medicines or the changes that occur in the atmosphere. However, the environmental impacts associated with its practice compete in size with its existence. From this, Green Chemistry emerges, with a set of principles aimed at sustainable development through less toxic processes and products. In this context, considering that education is externalized as an important tool to spread the culture of sustainable development worldwide, this work sought to develop two didactic notebooks with experiments in the area of Green Chemistry (GC), to assist teachers and students to relate various subjects of Chemistry with this important segment. To this end, structured and self-completed forms were applied electronically - via Google Forms, and the quantified data were provided by the application platform itself. In addition, an in-depth search and studies were carried out in journals, magazines and electronic databases, such as SCIELO, for basic materials and chemistry experiments for the development of didactic notebooks aimed at the GC segment. The results show that the study was successful in the development of didactic notebooks of experimentation in the area of Green Chemistry. Regarding the questionnaire, more than half of the respondents stated that the theme of Green Chemistry is not addressed in their course. In addition, 98.5% of respondents considered laboratory practices a good aid to understanding theoretical content. In view of this, it can be concluded that there is a deficiency in the association of environmental themes with the daily subjects of the disciplines of the courses surveyed. In this sense, the textbooks are important support materials for students and teachers to realize how they can associate Green Chemistry with other chemistry content, promoting a more sustainable and conscious approach to the discipline. This study represents an important step towards a more sustainable and conscious teaching, and it is hoped that Green Chemistry will be increasingly integrated into education, contributing to a more promising and responsible future with the environment.

Key-words: Teaching. Environment. Support material. Classroom. Sustainable development.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
DS	Desenvolvimento Sustentável
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
QV	Química Verde
ONU	Organização das Nações Unidas
SEDUC	Secretaria de Educação
STEM	Science, Technology, Engineering, and Mathematics
UFMA	Universidade Federal do Maranhão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	12
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivo Geral	16
2.2 Objetivos Específicos	16
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 Química Verde e seus 12 princípios	17
3.2 O problema do ensino tradicional e a experimentação em contexto	19
3.3 A Química Verde na educação: um vínculo volvido à sustentabilidade	21
3.4 A importância de materiais didáticos para o ensino de Química na sala de aula	24
4 METODOLOGIA	26
4.1 Tipo de pesquisa	26
4.2 Caderno de experimentações didático de Química	27
4.2.1 Fonte de Informação e Critérios de Inclusão e Exclusão	27
4.2.2 Elementos que compõem o caderno de experimentações didático	28
4.3 Pesquisa de Campo	29
4.3.1 Público Alvo	30
4.3.2 População amostral e coleta de dados	30
4.3.3 Técnica de análise de dados	30
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 Elaboração do Caderno de experimentações didático de Química	31
5.2 Aplicação do questionário ao corpo discente	35
6 CONCLUSÃO	48
APÊNDICE A- FICHA DE IDENTIFICAÇÃO/QUESTIONÁRIO	56
ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	58

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Na contemporaneidade, o setor químico representa uma parte substancial das indústrias brasileiras. Suas produções, contemplam insumos industriais, produtos petroquímicos, farmacêuticos, agroquímicos, solventes, tintas, entre outros. Todavia, embora esses produtos sejam substanciais para diversas áreas, as adversidades ambientais causadas pela poluição - desde a criação das indústrias, geraram a necessidade de reestruturar os processos industriais (BORELLI, 2011).

A Revolução Industrial, marcada, principalmente, pelo desenvolvimento tecnológico, levou o mundo a galgar diversas transformações, sejam elas ambientais, econômicas ou sociais. Nesse sentido, a substituição da manufatura pela maquinofatura, por intermédio do advento das indústrias durante a Primeira Revolução Industrial, gerou impactos, especialmente ecossistêmicos, vivenciados na década vigente e, possivelmente, nas que virão.

Somente mais de dois séculos depois da Primeira Revolução Industrial, manifestaram-se as primeiras preocupações políticas com o ecodesenvolvimento da humanidade, correlacionando meio ambiente e economia durante a Primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em Estocolmo - Suécia, 1972. A popularização do termo Química Verde se tornou recorrente nos anos seguintes, todavia com o crescimento desacelerado do âmbito industrial e, conseqüentemente, a crescente desigualdade entre países industrializados e não industrializados, a perspectiva ambiental perdeu impulso frente a avidez financeira dos seres humanos (DE PASSOS, 2009).

Alguns anos mais tarde, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento atuou durante cinco anos, tendo como resultado, em 1987, o Relatório Brundtland, cujo foco dava-se do desenvolvimento. Desse modo, o relatório atesta que esse deve suprir as necessidades humanas de forma sustentável, de maneira que a agressão ambiental seja amenizada e, de forma a, se possível, tornar os bens necessários inextinguíveis.

Por conseguinte, o desenvolvimento de maneira sustentável (DS), em todas as instâncias, não se restringe a problemas ambientais, indo além desse pensamento, dado que - como afirma Jacobi:

O desenvolvimento sustentável não se refere especificamente a um problema limitado de adequações ecológicas de um processo social, mas a uma estratégia ou modelo múltiplo para a sociedade, que deve levar em conta tanto a viabilidade econômica como a ecológica. Num sentido abrangente, a noção de desenvolvimento sustentável leva à necessária redefinição das relações sociedade humana/ natureza e, portanto, a uma mudança substancial do próprio processo civilizatório (1999, p. 175-183).

Dentro desse contexto, ao passar dos anos percebeu-se que era imprescindível cumprir medidas que objetivassem preservar os recursos que abastecem os seres vivos, a fim de obter os retornos pecuniários mirando no bem-estar das gerações futuras.

Nas décadas finais do século XX, frente a tantas medidas que visam a sustentabilidade em vários níveis, no âmbito da indústria, enfatizou-se as preocupações com as emissões de poluentes, o descarte inadequado de rejeitos da produção, processos que demandam matérias em excesso e geram excessiva quantidade de resíduos, entre outros. Nessa esteira, esses e outros problemas que resultavam em poluição ambiental levaram John Warner e Paul Anastas a criar e difundir o termo Química Verde (QV), cuja definição se dá como o desenvolvimento de produtos e processos químicos que gerem o mínimo de resíduos e, conseqüentemente, causem baixo impacto ao meio ambiente (LENARDÃO, 2003).

Progressivamente, o termo QV difundiu-se em escala mundial e, por se tratar de preceitos facilmente adaptáveis, eclodiu também no âmbito educacional, a fim de conscientizar e aperfeiçoar o entendimento de todos os princípios relacionados ao desenvolvimento sustentável. Nessa esteira, sua extensa gama de conteúdos proporciona aos docentes liberdade para lecioná-la de inúmeras formas, seja no contexto teórico ou prático. À vista disso, a Química Verde tem alcançado um espaço considerável em escolas e universidades, mesmo que implícita dentro de outras disciplinas (DE ALMEIDA et al; MACHADO, 2009, 2011).

Nas escolas brasileiras, o ensino tradicional é uma metodologia fortemente presente. Nessa, há ênfase de aulas expositivas e conteudistas deixando muitas vezes à parte as aulas práticas, principalmente nas disciplinas que abrangem a área de ciências naturais. Essa lacuna no ensino, remete, diretamente, a dicotomia teoria-prática, que é prejudicial para a construção do conhecimento pelo estudante. Isso, dado que por meio da experimentação, o professor é capaz de despertar nos estudantes a curiosidade e a diligência pelos assuntos, assim como a motivação por meio da associação lúdica. Com isso, disciplinas como Química, tidas muitas vezes como chatas e desnecessárias pelos alunos, passam a ganhar um sentido real, e que se torna maior ainda quando o professor associa a teoria com a prática e o cotidiano dos alunos, inserindo-os num contexto plausível.

É válido ressaltar ainda que, o fator motivacional deve ser empregado como um acesso comunicativo de aprendizagem, e não simplesmente algo que remete, somente, a brincadeiras e divertimentos. Outrossim, a experimentação não deve ser empregada como uma prática eventual e sim como uma atividade frequente no ensino da Química.

A experimentação contribui para a aprendizagem efetiva dos estudantes, além de compor uma importante ferramenta pedagógica para desenvolvimento de capacidades e habilidades para a prática cidadã em um mundo em constante transformação e que a cada dia convoca os cidadãos a se tornarem protagonistas nesse processo (GIANI; PENSIN, 2010, 2014). Nessa esteira, por meio do ensino de química, contextualizado nos princípios da QV, é possível exceder adversidades atreladas ao ensino centralizado formando cidadãos críticos e responsáveis frente ao seu posicionamento junto à sociedade e a natureza.

Assim, a fim de formar cidadãos capazes de promover a sustentabilidade e sua importância em várias instâncias, tornou-se ao longo de vários anos, dever de toda a sociedade, mas, principalmente, dos docentes difundir conceitos sustentáveis, e transformar ideias e saberes populares para atingir esse objetivo. Destarte, uma educação que vise a transformação social deve ser capaz de problematizar suas relações com o mundo.

No Ensino Básico, principalmente nos anos iniciais, o ensino da Química Verde desde a infância pode estimular o desenvolvimento cognitivo dos alunos do Ensino Fundamental e Médio, incentivando a busca por soluções mais sustentáveis e despertando sua consciência ambiental para a construção de um futuro mais saudável para o planeta. Em continuidade, durante a formação inicial de Químicos e áreas afins, a abordagem dessa temática torna-se ainda mais essencial, a fim de formar profissionais responsáveis pela implementação dos princípios da QV em suas respectivas áreas de atuação. Dessa forma, poderão propor e implementar soluções que sejam mais sustentáveis, em consonância com as demandas de uma sociedade cada vez mais preocupada com a preservação do meio ambiente e com a saúde humana.

Para que haja a disseminação dessa temática no âmbito educacional, é essencial a utilização de recursos didáticos capazes de amparar tanto docentes quanto discentes, seja no ensino fundamental, médio ou superior, nessa jornada de descobertas da QV e seus princípios.

No entanto, a escassez de recursos didáticos específicos sobre Química Verde é um problema enfrentado pelos professores e alunos da área.

Como proposto por De Sousa (2020); De Melo (2020); e Costa (2011), grande parte dos recursos didáticos disponíveis no mercado, tais como livros e apostilas, não abordam de forma clara e objetiva os conceitos da química verde ou não oferecem atividades práticas que permitam aos alunos aplicar esses conceitos na prática. Diversos trabalhos na área têm abordado essa dificuldade de encontrar materiais didáticos específicos de química verde. Um exemplo, é o estudo de Silva et al. (2017) que apontou a necessidade de produção de materiais didáticos mais acessíveis e direcionados ao ensino de química verde para o ensino médio e

superior. Outro trabalho relevante é o de Teixeira et al. (2020), que identificou a falta de materiais didáticos para o ensino de química verde em escolas públicas brasileiras, apontando a necessidade de investimentos nessa área para a formação de profissionais mais conscientes e preparados para enfrentar os desafios ambientais do futuro.

Com o objetivo de mitigar essa problemática e amenizar tal carência, o intuito principal do trabalho foi o desenvolvimento de dois cadernos didáticos, professor/aluno, com linguagem acessível para docentes e discentes, orientando-os, de maneira descomplicada, na execução das atividades propostas, onde ambos estão finalizados e disponíveis para consulta.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um caderno de experimentações didático com aparatos instrucionais - teóricos e práticos, direcionados para alunos e professores em três instâncias de ensino, visando dar mais visibilidade à Química Verde no processo de ensino-aprendizagem de forma contextualizada e, investigar o conhecimento dos alunos dos cursos de Química da Universidade Federal do Maranhão, campus São Luís sobre a Química Verde e seus princípios.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar o(s) princípio(s) da Química Verde que são aplicados em cada experimento apresentado no caderno didático de experimentações;
- Apresentar alguns assuntos diretamente ligados a cada experimento, para que o professor possa instruir a realização da atividade prática focando no assunto que mais se enquadra em seu contexto;
- Sugerir questionamentos com respostas que relacionam cada experimento com assuntos teóricos de forma a efetivar a contextualização no processo de ensino-aprendizagem;
- Explicar teoricamente o ocorrido em cada experimento, tal como um guia prático para o professor entender, pelo viés da Química geral e da Química Verde, do que trata-se aquela atividade prática e como correlacioná-la com os 12 princípios da QV;
- Conhecer a percepção dos alunos dos cursos de Química Licenciatura e Química Bacharelado a respeito do seu entendimento, conhecimento e vivência da Química Verde.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Química Verde e seus 12 princípios

A Química é conceituada no universo científico como sendo “a ciência central”. A partir dela, há a formulação de inúmeros objetos, seres e processos essenciais para o desenvolvimento da humanidade. Nesse sentido, Torresi, Pardini e Ferreira (2009, p.1987) afirmam que a química “(...) é a chave para o entendimento do nosso mundo e de seu funcionamento. De vasta aplicação, fornece materiais e métodos para outras ciências e tecnologias”.

Em vista de tamanha relevância adjunta a uma conjuntura de acontecimentos históricos com foco ambiental, fez-se necessário, em 1991, criar diretrizes capazes de instruir o desenvolvimento de produtos e técnicas no âmbito químico. Tais normas foram intituladas como os 12 princípios da Química Verde para o desenvolvimento sustentável, visando a seguridade dos seres humanos e meio ambiente.

Nesse sentido, frente ao desafio de combater a poluição e outras adversidades engendradas ao progresso social, científico e tecnológico, Prado (2003) reitera que a Química Verde se manifesta como uma das principais alternativas para promover práticas sustentáveis no meio químico.

Declarada a importância substancial do termo Química Verde para o desenvolvimento sustentável, na Tabela 1 estão listados seus 12 princípios acrescidos de sua descrição.

Tabela 1. Listagem e descrição dos 12 princípios da QV (continua)

12 princípios de QV	Descrição
1. Prevenção	Evitar a formação de resíduos tóxicos é mais barato do que os tratar.
2. Eficiência Atômica	Visa englobar nos produtos o maior número de átomos dos reagentes, ou seja, obter 100% de rendimento em uma reação.
3. Síntese Segura	Diminuir a toxicidade dos resíduos gerados.
4. Desenvolvimento de Produtos Seguros	Criar materiais seguros e eficientes, reduzindo a toxicidade e os resíduos gerados.
5. Uso de solventes e auxiliares seguros	Eliminar o uso de auxiliares e solventes tóxicos ou utilizá-los apenas em casos extremos, contanto que possam ser inócuos e facilmente eliminados.

Fonte: adaptado de LEANDRÃO et al. 2003, p. 123

Tabela 1. Listagem e descrição dos 12 princípios da QV (continuação)

6. Eficiência energética	Desenvolvimentos de processo que ocorram a pressão e temperatura ambiente.
7. Uso de fontes renováveis	Uso de fontes de energia renováveis como a biomassa.
8. Evitar a formação de derivados	Evitar o uso de processos que demoram mais de uma etapa para serem concluídos.
9. Catálise	Aumentar o uso de catalisadores em prol da redução de consumo energético dos processos.
10. Criação de produtos biodegradáveis	Desenvolver produtos que ao fim de sua função, sejam capazes de retornar a natureza.
11. Análise em tempo real da prevenção da poluição	Utilização de sistemas analíticos para monitorar os processos no ato de seu decurso, antes da formação de substâncias nocivas.
12. Química intrinsecamente segura para a prevenção de acidentes	Utilização de substâncias e processos constantes, visando a segurança de quem os usa ou aplica.

Fonte: adaptado de LENARDÃO et al. 2003, p. 123

A exemplo de um dos princípios evidenciados na Tabela 1, Leandrão (2003, p.125) destaca que um dos notáveis problemas enfrentados na contemporaneidade é a produção superabundante de resíduos industriais (princípio 1). Dentro desse contexto, o autor afirma que:

(...) gasta-se atualmente muito dinheiro no tratamento de resíduos sólidos e líquidos, especialmente devido à legislação rigorosa que exige baixos níveis de emissão em atividades da indústria. A partir do momento em que se investe em tecnologias mais limpas de produção, não há necessidade de investimentos pesados no tratamento de resíduos, que nem sempre resolvem satisfatoriamente o problema.

Análogo a visibilidade do primeiro princípio, Prado (2003) salienta a biocatálise acoplada ao nono princípio (catálise). Essa, também conhecida no meio científico como catálise enzimática, preza pelo uso de elementos biologicamente ativos a fim de acelerar uma reação, dispensando a segmentação em fases. Dessa maneira, ao utilizar-se biocatalisadores em um processo, um cientista por exemplo, encontrar-se-á praticando outros princípios adjuntos ao nono.

Sinteticamente, ao longo de várias publicações científicas supracitadas e além, todos os princípios granjeiam visibilidade própria. Nesse contexto, é admissível acentuar o mérito

de relevância concebido a esses, a fim de proporcionar sua difusão cada vez maior no meio químico, industrial e científico.

3.2 O problema do ensino tradicional e a experimentação em contexto

Na formação inicial de professores, há a conspícua divisão entre a formação profissional e pessoal, refletindo diretamente no contexto escolar. Nesse sentido, a postura profissional e a conduta do licenciado em sala de aula estão articuladas diretamente com a sua formação profissional. Destarte, comumente, as instituições de ensino superior acometem seus discentes a uma significativa quantidade de disciplinas teóricas em íntegra duração do curso de graduação, em comparação com as atividades práticas. Isso suscita a disfunção do ensino, ou seja, o licenciando adquire um vultoso conjunto de experiências teóricas, todavia, em se tratando da prática, o contato é bem reduzido e acontece nos semestres finais da graduação. Nessa conjuntura, Nóvoa (1992) destaca que:

A formação de professores tem ignorado, sistematicamente, o desenvolvimento pessoal, confundindo "formar" e "formar-se", [...]. Mas também não tem valorizado uma articulação entre a formação e os projectos das escolas, consideradas como organizações dotadas de margens de autonomia e de decisão de dia para dia mais importantes. Estes dois "esquecimentos" inviabilizam que a formação tenha como eixo de referência o desenvolvimento profissional dos professores, na dupla perspectiva do professor individual e do colectivo docente (NÓVOA, 1992, p. 12).

A supressão vivencial de professores em sala de aula durante a graduação, e outras contrariedades, direcionam os novos docentes a seguirem uma idiosincrasia comportamental adotada, no decurso de décadas, por outros profissionais da área, ordinariamente sabida como ensino tradicional cujo foco principal é instruir massivamente o corpo social, salientando o professor como principal instrumento educacional. Nesse contexto, Gilz Pèrez (1996, apud Cunha e Krasilchik, 2009), destaca a importância de uma formação de qualidade, com recursos cabíveis para que o profissional esteja apto ao exercício da licenciatura, ou seja, entender e vivenciar, desde a graduação, diversos aparatos para o desenvolvimento do ensino formidável, indo além de aulas expositivas e conteudistas.

Outrossim, tendo em vista as transformações sociais, o professor necessita estar em constante evolução de conhecimentos. Assim, apenas a formação inicial pode não ser suficiente para acompanhar tais mudanças, necessitando de uma formação continuada de qualidade. Altenfelder (2005), a fim de situar os desafios e tendências da formação continuada, enunciou que o estudo contínuo leva o professor a desbravar novas tendências no mundo educacional, criando “condições para que ele cumpra efetivamente sua função de ensinar e formar cidadãos”.

Assim sendo, a autora ressalta a tendência tradicional de ensino, que promove a dicotomia entre teoria e prática, à medida que reforça aulas expositivas e atividades de fixação como seu principal aparato “baseadas na crença de que a aquisição do conhecimento por si só levaria à mudança de atitude na prática”. Todavia, tal falta de sequência pode ser rompida com a inserção de práticas no cotidiano das disciplinas, aliando-as simultaneamente à teoria. Em especial, no ensino de ciências, Lôbo (2012) afirma que essa junção é um recurso didático preponderante, uma vez que torna o aprendizado sutil, diminuindo a sobrecarga de conteúdos e facilitando a compreensão.

Nessa lógica, Baratieri (2008, p. 20) destaca que “a experimentação precede a teorização, caracterizando uma lógica empirista e indutivista”. No ensino de ciências, essa mostra-se como uma estratégia para o entendimento de conceitos, tanto simples quanto complexos, contextualizados em sala de aula.

Dentre os tipos de experimentação, as mais comumente abordadas em sala de aula são a experimentação investigativa e ilustrativa, Francisco Júnior, Ferreira e Hartwig (2008, p. 34) conceituam que a experimentação ilustrativa visa “demonstrar conceitos discutidos anteriormente, sem muita problematização e discussão dos resultados experimentais”, trata-se da experimentação ilustrativa. Por outro lado, os autores destacam que a experimentação investigativa “visa obter informações que subsidiem a discussão, a reflexão, as ponderações e as explicações”, sendo essa aplicada antes da exposição teórica.

Inobstante o tipo de experimentação a ser desenvolvida, é necessário que esta seja realizada em ambiente adequado para esse tipo de prática, com os devidos materiais de segurança e a estrutura fundamental para a realização dos mais diversos experimentos (laboratórios). Todavia, no Brasil, não é comum as escolas apresentarem este ambiente em suas dependências. Em vista disso, alguns professores interessados em prover aos alunos experiências práticas, optam pelo uso da experimentação feita em sala de aula. Essa, prioriza a utilização de materiais alternativos (reutilizados) e de baixo custo, que beneficiam o meio ambiente e põem em foco, mesmo que implicitamente, a sustentabilidade.

É válido salientar que, não obstante as atividades práticas sejam desenvolvidas em sala de aula, a importância de seu planejamento é igualitária às práticas desenvolvidas em laboratório. Dessa maneira, Castilho (2007, p.6) afirma que:

As atividades experimentais devem ser bem planejadas, pois dessa maneira favorecem o desenvolvimento da aprendizagem dos alunos, propiciando meios de motivá-los e envolvê-los com os temas a serem estudados, oportunizando a compreensão e a interpretação dos fenômenos que ocorrem no seu dia-a-dia, desmistificando o trabalho científico e o aproximando do seu universo de experiências, que se percebem como construtores de conhecimentos.

Em suma, é necessário transpor barreiras impostas pelo ensino tradicional, aliando teoria a novas práticas de ensino, pois o foco principal é o desenvolvimento educacional dos alunos indo além de discussões socioeducacionais.

3.3 A Química Verde na educação: um vínculo volvido à sustentabilidade

A educação enquanto instrumento e mecanismo primordial na composição de consciência e sensibilidade acerca de pautas fundamentais para a estruturação da sociedade, contempla, em seus meandros e como um de seus variados segmentos, a conceituação de ensino, sobretudo, ao que tange à criação de um vasto arcabouço de conhecimentos e aprendizados no decorrer da história. Nesse viés, considerando-se especificamente a temática tratada e relacionada à transmissão dos princípios da Química Verde e suas respectivas especificidades, bem como o expressivo crescimento de debates e discussões relacionados à sustentabilidade e ao desenvolvimento autossustentável, origina-se, por meio das demandas socioecológicas contemporâneas, a necessidade latente da pesquisa e estudos voltados à aplicação desse campo de conhecimento ao âmbito educacional de forma didática.

Em 2015, com a elaboração da Agenda 2030, pela Organização das Nações Unidas pelo desenvolvimento sustentável (ONU, 2015) e no Brasil, em 2019, com a volumosa quantidade de rejeitos minerais no Rio Paraopeba, devido ao rompimento da barragem de Brumadinho (MG), sobressaem-se os dilemas e impasses quanto à contaminação química e biológica ambiental compondo um revés relacionado à prática extrativista de modo mais consciente e a conservação e preservação dos mananciais de água os quais se dispõe (BOHEM, 2019 apud VENTAPANE; SANTOS, 2021).

Destarte, o ensino da Química Verde, para além de trivial metodologia, torna-se imprescindível no entendimento concernente a questões sociais, ambientais e econômicas, proporcionando considerável riqueza cultural e reflexiva aos que se debruçam sobre os desdobramentos da ciência em seu passado, no momento presente e em suas projeções futuras, como apontado por Zandonai et al (2013) ao destacar a elementaridade de assimilar a sustentabilidade:

(...) sustentabilidade socioambiental como aquela que se concretiza na medida em que a sociedade, de maneiras justas, equitativas e solidárias, tem êxito em conservar o estoque de capital científico e tecnológico, reduzindo assim a sua depleção, no presente e no futuro. Nesse movimento amplo de se repensar o empreendimento tecnocientífico, os programas de pesquisa do campo da Química e áreas correlatas têm procurado contemplar metodologias, obtenção e uso de produtos que sejam considerados menos impactantes e idealmente inócuos à saúde humana e ao ambiente.

Nesse sentido, por meio de aulas práticas e experimentais, a Química voltada à concepção de condutas menos ofensivas e nocivas ao meio ambiente e à sociedade em geral, apresenta-se como uma maneira lúdica de viabilizar o acesso democrático a esse domínio do saber e conseqüentemente contribuir para a construção de uma agenda pautada na sustentabilidade quanto ao enfrentamento dos significativos avanços da degradação ecossistêmica. Outrossim, nessa conjuntura, as graduações especialmente de licenciatura e bacharelado em Química, assumem firme protagonismo, a medida em que funcionam como mediadores em uma grande e complexa engrenagem hodierna ao que corresponde ao torso capitalista e seus progressivos e consistentes impactos e repercussões.

Para Zandonai et al (2014) tanto a interdisciplinaridade quanto a própria formação na esfera de estudos da Química, concebem uma perspectiva educacional empirista-indutiva, a qual manifesta-se apropriada para a finalidade da expansão do ensino aprendizagem da Química Verde na comunidade acadêmica/escolar e, dessa forma, culmina na concepção sistêmica do processo pedagógico relacionado à crítica e até à mudança concreta de comportamento ante as problemáticas perceptíveis na coletividade.

Não obstante, as abordagens temáticas carecem ser cuidadosamente trabalhadas e desenvolvidas, haja vista o desafio que por vezes se encontra na popularização e socialização de saberes e atividades científicas, cujos fatores se mal articulados oportunizam o julgamento dessa área de conhecimento como de difícil compreensão.

Consoante à Freire (1982) a educação para alcançar o caráter transformador inerentemente deve conceber-se de forma dinâmica e inovadora, analítica e instigadora, a fim de majoritariamente humanizar, libertar e prover autonomia aos sujeitos sociais e políticos. Nessa lógica, referenciando-se particularmente ao ensino da Química Verde, acentua-se a urgência de fabricação e produção de “produtos não só de alta qualidade, mas que sejam ambientalmente compatíveis” (ANASTAS E WARNER, 2000 apud ANTONIN et al, 2011, p.2), o que, de certo modo, pressupõe mudança considerável nas bases das organizações institucionais, com reformas no setor metodológico, objetivando, enfim, a ampliação de uma visão epistemológica e sociopolítica (ANTONIN et al, 2011).

O ensino da ciência, portanto, desvela-se como discernimento básico para a manutenção da vida humana, equilibrando a utilização de tecnologias ao exercício crítico-analítico, incorporados às exigências da matriz curricular, o que significa a aplicação e reflexão das adversidades cotidianas para resolução pragmática e contínua. Analogamente a isso, sublinham-se variadas experimentações atinentes à temática, a saber, A Produção de Papel Ácido-Base a Partir do Extrato de Repolho Roxo por Carvalho et al (2019), Experiência

Simples de Calorimetria com Material de Baixo Custo e Fácil Aquisição por Braathen et al (2008), Cravo-da-Índia como Fonte Simultânea de Óleo Essencial e de Furfural por Cunha et al (2012), entre outros.

Unísson ao supracitado, Francisco Júnior, Ferreira e Hartwig (2008, p. 35) enfatizam ainda que:

O professor organiza a discussão não para fornecer explicações prontas, mas almejando o questionamento das posições assumidas pelos estudantes, fazendo-os refletir sobre explicações contraditórias e possíveis limitações do conhecimento por eles expressado, quando comparado ao conhecimento científico necessário à interpretação do fenômeno e do qual o professor deve ter o domínio.

Isto é, repensar o ensino, não somente da Química e Química Verde em si, mas exterior a ela e englobando outras áreas, de maneira que o relacionamento entre mestre e orientando possa se efetivar por meios dialógicos, de não meramente repetição de princípios e disposições enciclopédicas, mas, precipuamente, de transmissão e compartilhamento de experiências, vivências e bagagens socioculturais.

Para Karpudewan, Ismail e Roth (2012), a QV assume papel preponderante ao que diz respeito à formação de profissionais da área educacional, uma vez que estimula o entendimento e aceitação de novas perspectivas referentes à própria dimensão da Educação Ambiental, ao passo em que busca superar os problemas socioambientais tanto locais quanto globais a partir da incitação ao pensamento crítico, reflexivo e de maneira prática e ativa.

Nesse ensejo, Kitcheens et al. (2006) acrescentam que os currículos os quais concentram os aprendizados advindos dos princípios da Química Verde, entre outros fatores concernentes ao tema, são capazes de promover a multi e interdisciplinaridade, haja vista que os espaços entre o que é ensinado e compartilhado em sala de aula perpassa os limites físicos da escola e passa a alcançar a realidade em sua completude.

Quanto à formação de professores aptos a lecionar sobre a Química Verde, Pitanga (2016, p.152) assume que, no Brasil, através do Grupo de Investigação em Ensino de Química, correspondente à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), trata, justamente, sobre as possibilidades de capacitação existentes dentro deste domínio, além de apresentar pesquisas que “versam sobre: meio ambiente, educação ambiental, química verde e sustentabilidade”.

Nessa perspectiva, os educadores os quais se dedicam ao estudo da QV, entendem, segundo Roloff et al (2015), como uma área “resolucionista”, pois carrega em si espectro relacionado à procura por alternativas tecnológicas e científicas em que possam remediar ou dirimir as consequências e impactos ambientais.

Em síntese, categorizar a educação como suporte basilar para o fomento às ciências e suas tecnologias enquanto agentes empreendedores e revolucionários, na busca pelas escolhas e possibilidades propícias, compatíveis, eficientes e eficazes para recuperar, na medida do possível, as consequências negativas decorrentes da ação antrópica, ao passo em que também preconiza medidas profiláticas para a atenuação da conjectura contemporânea ambiental, com o propósito máximo de possibilitar um espaço razoável e suficientemente saudável para as futuras gerações subsistirem.

3.4 A importância do caderno didático para o ensino de Química na sala de aula

A introdução de alunos ao meio científico, sempre se demonstrou como significativo impasse no que tange o entendimento e qualidade, sobretudo, da Educação Básica Brasileira (MARIA; LOPES; TOMMASIELLO, 2015). É fundamental tornar os conteúdos científicos mais acessíveis e envolventes para que os estudantes se interessem e compreendam melhor. Nesse sentido, estratégias pedagógicas que incluam recursos como cadernos didáticos, experimentações e atividades socioambientais podem ser de grande ajuda para proporcionar uma aprendizagem mais significativa e contextualizada na área de ciências. Dessa forma, os alunos podem se aproximar do universo científico de maneira prática e aplicada, tornando o processo educativo mais estimulante e enriquecedor.

Para Lajolo (1996) e Loguercio, Samrsla e Del Pino (2001) “O Caderno – como livro didático – é tido como importante fonte de consulta para o trabalho pedagógico do professor”, entretanto, para além disso, apresenta-se como importante ferramenta para orientar e direcionar as atividades mais adequados ao aluno na apreensão do conhecimento.

Maria, Lopes e Tommasiello (2015) asseveram, sincronamente, que o caderno didático assume duas faces extremamente relevantes, à medida em que para o docente intui e sugere práticas pedagógicas interessantes para a abordagem de determinado assunto e para o aluno desperta a atenção e engajamento em uma tarefa que transpassa os padrões teóricos e assume caráter mais ativo e interdisciplinar, uma vez que, nesse contexto, há um contato direto (ou indiretamente) com a realidade.

Paralelamente, Méheut e Psillos (2004) consideram que o caderno didático, independente de qual temática pretenda abordar, concebe a característica auxiliadora da construção de sequências didáticas as quais serão trabalhadas em sala de aula, ao passo em que complementam que “é importante privilegiar a relação dos alunos com o mundo material, o que se efetiva por meio da consideração de suas concepções iniciais e de suas formas de elaboração conceitual”.

Carvalho e Gil-Pérez (1993) contribuem para a discussão quando sinalizam que para que ocorra efetivamente a transformação das práticas de ensino, além da implementação exitosa dos cadernos didáticos, é imprescindível o replanejamento e que sejam repensadas as formações de docentes brasileiros. Contudo, tal situação não se compreende como tarefa fácil e simples, haja vista a necessidade de mudanças nas bases conceituais e epistemológicas dos professores.

Sob essa égide, Maria, Lopes e Tommasiello (2015) voltam a reiterar que o caderno didático não deve ser visto como uma autoridade pelos docentes, mas como um agente auxiliador, uma possibilidade de intervenção pedagógica, que pode, até mesmo, inspirar a utilização de outras abordagens em sala de aula.

É válido salientar que para Lopes et al. (2010) o caderno didático, sozinho, não consegue resolver todos os problemas que envolvem a questão do ensino no Brasil, no entanto, apresenta boas perspectivas quanto à reformulação das práticas educacionais na escola.

Em suma, o que se deve ressaltar é que o professor possui grande influência nesse processo e deve trabalhar junto às orientações relatadas no caderno, entretanto, sem se ater somente às informações obtidas por intermédio dele, permitindo-se, também, ser cocriador do processo de ensino-aprendizagem, como afirma Lopes et al. (2010), “as ações e linguagem do professor, que é o responsável pela condução da aula, influenciam as aprendizagens alcançadas pelos alunos, por intermédio das atividades propostas por ele, pelo Caderno ou por outro material qualquer”.

O caderno didático, proposto, elaborado e desenvolvido neste trabalho, apresenta-se como um importante instrumento para orientar professores e alunos sobre as práticas da Química Verde, fornecendo informações teóricas e atividades experimentais que contribuam para a formação de uma consciência ambiental mais sustentável. A utilização do caderno didático pode ajudar a disseminar o conhecimento sobre a Química Verde, possibilitando que os estudantes sejam capacitados para atuar em empresas e instituições que buscam soluções mais sustentáveis para a indústria química.

Além disso, é importante destacar que a Química Verde pode ser abordada em diferentes níveis de ensino, desde o ensino básico até a graduação. Assim, a utilização do caderno didático pode ser uma excelente ferramenta para promover a Química Verde em todas as etapas da educação química, contribuindo para a formação de uma sociedade mais consciente e sustentável.

4 METODOLOGIA

4.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa em foco utilizou uma metodologia de caráter inventariante e descritiva da produção acadêmica e científica sobre o tema investigado, a Química Verde. Nesse sentido, essa terá como natureza metodológica a pesquisa exploratória e bibliográfica, enquadrando-se em uma abordagem quali-quantitativa, uma vez que procura identificar informações factuais em publicações científicas que apresentem práticas de Ensino de Química que contemplem os princípios da Química Verde e avaliar as concepções de estudantes de dois cursos a despeito do tema estudado.

Segundo Junior (2017), versa sobre a pesquisa descritiva como a abordagem de fatos por meio de imparcialidade e objetividade, evitando-se, desse modo, inferências e julgamentos particulares, a medida em que prioriza, sobretudo, apenas a descrição de tais fenômenos. Junior (2017), contribui, ainda, discorrendo acerca da pesquisa de cunho qualitativo, ao apontar que essa assume caráter agregador à pesquisa descritiva, pois se dedica à análise e interpretação dos fatos, ao proporcionar um olhar crítico acerca da problemática, o grupo social ou indivíduo ao qual se refere e suas mais variadas vertentes, ampliando a percepção e entendimento sobre o objeto estudado.

Em essência, Alves-Mazzotti e Gewandsznajder (2004) atestam que qualquer registro publicado, como livros, relatórios, jornais, revistas, livros didáticos, entre outros, são considerados documentos. Assim, buscando sistematizar a produção acadêmica voltada para atividades práticas em Química Verde, serão utilizadas buscas na internet, visando à identificação de publicações com o tema de interesse. Dessa maneira, os principais descritores utilizados como chave na busca das publicações foram: Química Verde, Ensino de Química Verde, Sustentabilidade, Experimentos Verdes, etc.

Ainda, é válido ressaltar que as pesquisas específicas, como supracitado, podem acarretar em decréscimo cumulativo de materiais, uma vez que as sequências operacionais do buscador podem bloquear alguns itens necessários para a pesquisa. Nesse sentido, Roloff (2016, p.46) destaca que acima de tal adversidade há conveniência, à medida que profere:

Embora cientes das limitações impostas por esse tipo de busca, visto que a seleção inicial dos textos pode acabar excluindo aqueles que abordam a QV no corpo do documento – não a salientando em outros aspectos formais do texto –, acreditamos que o emprego desses termos nos proporciona a identificação das pesquisas autodenominadas QV, ou seja, aquelas em que os autores, por reconhecer a importância de seu emprego, destacam o seu uso já no título, resumo e palavra-chave de seu trabalho.

Seguindo essa linha, Marconi e Lakatos (2003) atestam que através de levantamentos ou observações sistemáticas, objetivando o seu funcionamento no presente, são abordados os aspectos da descrição, registro, análise e interpretação de fenômenos atuais. Nesse sentido, será realizada a análise das práticas que abordam o tema investigado, Química Verde, versando os aspectos dos materiais utilizados, da metodologia e dos princípios da Química Verde que se enquadram em cada prática. Além disso, serão realizadas observações sistemáticas, objetivando orientar os professores sobre alguns conteúdos consoantes ao tema QV que podem ser abordados.

4.2 Caderno de experimentações didático de Química

Como produto e objetivo da presente pesquisa, foram elaborados dois cadernos de experimentações didático de Química, destinado ao professor (SÁ; JÚNIOR, 2023) relacionado à área supracitada ou áreas afins, bem como destinado, igualmente, para o aluno (SÁ; JÚNIOR, 2023). Nesse sentido, o caderno apresenta uma série de experimentações, contendo um ou mais princípios da Química Verde em cada experimento, as quais abordam uma vasta quantidade de conteúdos que relacionam a temática da QV associada a conteúdos de Química.

Como embasamento teórico para sua produção foi utilizado o documento “Orientações Curriculares para o Ensino Médio – Caderno de Química”, fornecido pela Secretaria de Educação - SEDUC (2017) e os livros de Química 1, 2 e 3 de autoria de Martha Reis (2016). Os experimentos foram selecionados conforme o atendimento aos princípios da Química Verde e posteriormente testados para que pudessem constar no caderno.

4.2.1 Fonte de Informação e Critérios de Inclusão e Exclusão

Para a coleta de dados no presente trabalho foram utilizadas informações a respeito da temática Química Verde fornecidas pelas plataformas Google Acadêmico, Scientific Electronic Library Online (SCIELO) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Ademais, foram utilizados, também, os dados adquiridos por intermédio dos questionários aplicados.

Para o embasamento teórico da presente pesquisa e, a fim de selecionar criteriosamente as informações utilizadas, foram determinados alguns componentes de inclusão para a coleta de dados, a saber: artigos completos e disponíveis em periódicos, com fontes fidedignas, que se encontrem nas bases de dados descritas anteriormente (Google Acadêmico, SCIELO e CAPES), que estejam redigidos nos idiomas português e/ou inglês e,

ainda, que dissertem sobre Química Verde, seus princípios e contribuições para a área educacional, no intervalo de 10 anos pretéritos.

Como critérios de exclusão, concebem-se os artigos/materiais que não estejam nos idiomas inglês e/ou português, os artigos incompletos, que não se encontrem nas plataformas elencadas e, sobretudo, os que não atendam à temática apresentada da Química Verde.

4.2.2 Elementos que compõem o caderno de experimentações didático

Foram estruturados dois cadernos didáticos com estruturas semelhantes: um para o aluno e outro para o professor. Para a estruturação geral do caderno foram definidas as seguintes seções: I) Princípios da Química Verde; II) Introdução ao objeto de estudo da Química – matéria e suas transformações; III) Experimentos; IV) Os princípios da QV em cada experimento. Mais especificamente:

- I) A primeira seção do caderno didático descreve os princípios da Química Verde para que os alunos compreendam melhor o objeto de estudo. Os doze princípios são descritos de forma clara e objetiva, de modo que os alunos possam assimilar e aplicá-los de maneira eficaz;
- II) A introdução ao objeto de estudo da Química é um importante conteúdo apresentado nas próximas páginas do caderno didático de Química Verde. Neste material, são abordados conceitos fundamentais da Química, como a definição de matéria e suas propriedades, assim como as transformações que a matéria pode sofrer. Além disso, são apresentados os diferentes estados físicos da matéria e como eles se relacionam com as mudanças de temperatura e pressão;
- III) O caderno de experimentos de Química Verde é composto por doze experimentos, todos com estrutura igualitária. Cada experimento é iniciado com uma breve introdução ao tema, seguido da duração prevista para sua realização e dos objetivos a serem alcançados. É importante destacar que todos os experimentos apresentam cuidados a serem tomados durante a realização, visando a segurança do aluno e do ambiente. Posteriormente, é apresentada a lista de materiais necessários para a realização do experimento, e a descrição dos procedimentos de forma detalhada e objetiva. Na subseção ‘Para o professor’, presente apenas no caderno didático do professor, há informações mais aprofundadas sobre o experimento, como os princípios da Química Verde envolvidos na prática, a fabricação de maquinário específico, em atividades que necessitem de tal segmento e a explicação química do experimento.

Além disso, há sugestões de questionamentos que podem ser feitos durante a prática, visando estimular a reflexão e o pensamento crítico dos alunos;

- IV) Por fim, há a explicação detalhada de cada princípio da Química Verde envolvido nos respectivos experimentos em que se enquadram, seguindo a ordem de experimentos proposta no caderno.

4.3 Pesquisa de Campo

Considerando, que os futuros profissionais da química, a saber, os alunos dos cursos de Química da UFMA – campus São Luís, que terão papel fundamental na discussão e implementação da Química Verde, no estado do Maranhão, adjunto às características que regem a organização da produção do caderno de experimentações didático, tem-se uma pesquisa de campo com caráter descritivo e abordagem quali-quantitativa, visando avaliar o conhecimento e opinião desses estudantes, sobre a Química Verde e seus preceitos, bem como sobre a existência da disciplina Química Verde na mesma localidade (UFMA).

O questionário (Apêndice A) é composto por 8 questões, sendo essas objetivas e subjetivas, englobando ainda, 4 subquestões com a finalidade de entender a fundo determinadas considerações ditas importantes para a pesquisa, com base nos preceitos que regem o material a ser utilizado no processo. Tal estrutura se dá segundo as formas de questões existentes – abertas, fechadas e dependentes, considerando o efeito e importância de cada questionamento. Assim sendo, exemplificativamente, quando no questionário se solicita aos indivíduos respondentes as suas próprias opiniões e respostas, as questões são ditas abertas (GIL, 2008). Esse tipo de questão possibilita maior liberdade nas respostas, uma vez que essas apresentam linguagens próprias dos respondentes (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Prontamente, essa investigação visou entender, fundamentalmente, se a população de estudo conhece, entende, divulga e incentiva a Química Verde, como novo paradigma para a construção de um mundo mais sustentável. Outrossim, por meio do questionário, foi possível ainda, identificar em quais disciplinas do Ensino de Química (do local de estudo), o tema Química Verde tem sido abordado, bem como, suas contribuições para tais disciplinas. Por fim, salienta-se que a confidencialidade e divulgação dos dados será regida conforme o preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo A).

4.3.1 Público Alvo

O questionário foi aplicado aos estudantes de Química Licenciatura e Bacharelado, pertencentes ao Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, localizado na Universidade Federal do Maranhão-UFMA, campus São Luís, na Av. Dos Portugueses, 1966, Vila Bacanga.

4.3.2 População amostral e coleta de dados

O universo da pesquisa compete a 100% dos acadêmicos de Química que estejam entre o primeiro e o oitavo período. A coleta de dados foi realizada no período de setembro a outubro de 2022. Como instrumento de pesquisa foi aplicado um questionário estruturado e fixado ao fim deste plano adjunto ao termo de consentimento.

Para validação dos dados da população utilizou-se a equação abaixo (BOLFARINE, 2005, p. 21), com um nível de confiança de 90% e margem de erro de +/- 10%.

$$n = \left(\frac{z \cdot \sigma}{d} \right)^2 \quad (1)$$

onde:

Z = abscissa da curva normal padrão, fixado um nível de confiança.

σ = desvio padrão da população, expresso na unidade variável.

d = erro amostral, expresso na unidade da variável.

4.3.3 Técnica de análise de dados

A análise de dados foi desenvolvida por meio da técnica da análise de resultados expressa por Santos e Schnetzler (1996), perpassando três etapas essenciais: pré análise, codificação das informações e, por fim, tratamento dos resultados, o que proporcionará o levantamento, interpretação e correlação dos materiais bibliográficos aos dados conquistados através dos questionários. Segundo os autores:

A codificação consistiu na transformação sistemática dos dados brutos em unidades que expressaram seu conteúdo, o que implicou o recorte da 'fala' dos entrevistados em unidades de registro (UR). A unidade de registro é a unidade de significação [...] que corresponde à proposição ou proposições ou, ainda, a fragmentos de proposições [...] que contêm um núcleo de sentido que tem significação para a análise (p.28).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Elaboração do Caderno de experimentações didático de Química

Precipuaente, para a confecção do Material Didático relacionado ao ensino da Química Verde, houve a problematização e análise do objeto em estudo, a saber a Química Verde, bem como a avaliação de aspectos imprescindíveis para o direcionamento do caderno. A exemplo, temos a definição de objetivos, pesquisa para fundamentação teórica, a sua utilização no ambiente escolar e, por fim, os obstáculos que poderiam ser enfrentados a medida em que o material se desenvolvesse, uma vez que é de suma importância que este atenda com excelência às necessidades dos docentes da área de Química e/ou correlacionadas. Para a obtenção de tais coordenadas iniciais, foram realizadas reuniões durante e após a efetivação da disciplina de Química Verde, na Universidade Federal do Maranhão – UFMA, na qual surgiu a ideia do desenvolvimento deste trabalho e a primeira incitação de seu tema.

Os experimentos foram selecionados levando-se em consideração o documento intitulado “Orientações Curriculares para o Ensino Médio – Caderno de Química” fornecido pela Secretaria de Educação (SEDUC - Governo do Maranhão). Esse documento fornece a matriz curricular do ensino médio para a Química, separando os conteúdos programáticos por eixos temáticos de acordo com a série do ensino médio, subdivididos em períodos, objetivos de aprendizagem e conteúdos básicos. Outrossim, utilizou-se também, os livros de Química (1, 2 e 3) da autora Marta Reis (2016) para a seleção dos conteúdos. A partir disso, chegou-se à conclusão que o seriam selecionados em torno de 4 conteúdos por série, escolhendo os que mais se encaixam na execução experimental baseada nos princípios da QV, sendo que os experimentos abrangeriam mais de um conteúdo, podendo os assuntos abordados se repetirem durante os outros experimentos.

A testagem ocorreu, em parte, na execução da disciplina Química Verde, ofertada pelo Departamento de Tecnologia Química da Universidade Federal do Maranhão. Por viés de monitoria, foram desenvolvidos roteiros experimentais e adaptados 4 experimentos para a aplicação na disciplina pelo professor responsável. Os outros experimentos foram testados em casa e adaptados à medida do necessário.

Em continuidade aos passos anteriores, ocorreu a redação do caderno didático organizando os experimentos por similaridade de conteúdo. A linguagem utilizada foi culta e técnica - dentro do limite do público alvo. O caderno didático foi produzido em duas versões, uma para o professor e outra para os alunos. No caderno do professor estão listados os

princípios da QV, uma breve introdução ao objeto de estudo da Química (matéria); os experimentos discriminados em: introdução, duração, cuidados, objetivos, materiais, procedimento e o “para o professor” cujo conteúdo refere-se aos assuntos abordados pelos experimentos (vide Tabela 2), princípios da QV verde envolvidos, questionamentos sugeridos e explicação do experimento. Já no caderno do aluno, contém todas as informações do material do professor, exceto a parte “para o professor”. Outrossim, nos experimentos em que são necessárias representações não verbais para o seu entendimento, foram inseridas fotos e esquemas visuais para tornar possível sua replicação.

A primeira seção do caderno didático é dedicada aos princípios da Química Verde. Isso é fundamental para que os alunos possam compreender melhor o objeto de estudo da disciplina e a importância dos conceitos e práticas que serão abordados ao longo do curso. Além disso, apresentar os princípios de forma clara e objetiva permite que os alunos possam assimilá-los mais facilmente e aplicá-los de maneira eficaz em suas atividades.

A seção seguinte do caderno didático é dedicada à introdução ao objeto de estudo da Química. Essa seção foi elaborada para despertar o interesse dos alunos pela Química, mostrando que essa Ciência está presente no nosso dia a dia e é responsável por muitas das transformações que ocorrem ao nosso redor. Dessa forma, a seção de introdução ao objeto de estudo da Química é uma oportunidade para os alunos entenderem a importância da Química na sociedade e como ela pode ser utilizada de forma mais sustentável e consciente por meio dos princípios da Química Verde.

A terceira seção do caderno didático é dedicada aos experimentos de Química Verde. A seção de experimentos é de extrema importância, já que possibilita que os alunos apliquem de maneira prática os conceitos aprendidos, experimentando as abordagens sustentáveis. Isso promove um aprendizado mais eficaz e envolvente, incentivando os alunos a se tornarem agentes ativos em prol da sustentabilidade ambiental e da redução do impacto negativo da Química no meio ambiente. Além disso, os experimentos são uma forma interessante e motivadora de aprendizado, que pode estimular a curiosidade e a criatividade dos alunos.

O fato de a maior parte dos materiais sugeridos para a realização dos experimentos ser de fácil obtenção, torna os experimentos mais acessíveis aos alunos, uma vez que são facilmente encontrados em casa ou em lojas comuns. Isso pode contribuir para a democratização do acesso à educação em Química e para que mais alunos tenham a oportunidade de se interessar pela disciplina. Outrossim, o uso desse tipo de material pode auxiliar na formação de uma consciência ambiental mais crítica nos estudantes. Isso porque, ao ver que é possível realizar experimentos químicos com materiais reutilizados, os estudantes

podem começar a refletir sobre o impacto que o consumo excessivo de recursos naturais tem no meio ambiente e a importância de adotar práticas mais sustentáveis.

Por fim, a quarta seção do caderno didático é dedicada à explicação dos princípios da Química Verde envolvidos em cada experimento. Isso é fundamental para que professores e alunos possam compreender a importância da prática sustentável em cada atividade, e como esses princípios podem ser aplicados em outras situações e contextos. Além disso, apresentar os princípios de forma específica e aplicada ajuda a tornar o aprendizado mais concreto e eficaz para os alunos.

Tabela 2. Assuntos e princípios envolvidos nos experimentos presentes no caderno didático

Experimento	Assuntos abordados pelo experimento	Princípios da Química Verde envolvidos (P de 1 a 12)
1	Ciclo biogeoquímico da água; ciclo biogeoquímico do carbono; estudo do pH; comportamentos químicos: ácidos e bases; óxidos anidros, transformações da matéria.	P2, P6, P8, P10
2	Estudo do pH; comportamentos químicos: ácidos e bases.	P1, P2, P4, P6, P8, P10
3	Tipos de misturas; propriedades de compostos orgânicos: solubilidade; separação de misturas: decantação.	P1, P2, P4, P6, P8, P10, P12
4	Cinética Química	P2, P4, P6, P7, P8, P10, P12
5	Fenômenos físico-químicos; propriedades de compostos orgânicos: solubilidade; separação de misturas; polaridade; interações intermoleculares.	P3, P5, P6, P8
6	Isomeria óptica; separação de misturas heterogêneas; polaridade; funções orgânicas	P1, P2, P4, P5, P8, P10
7	Eletroquímica: pilhas e baterias	P2, P3, P4, P6, P12
8	Comportamentos químicos: concentração; cálculos estequiométricos; cinética química.	P2, P5, P6, P8, P12
9	Modelos atômicos: Rutherford-Bohr	P1, P3, P4, P8, P12
10	Reações orgânicas; separação de misturas.	P1, P2, P3, P4, P10, P11, P12
11	Deslocamento do equilíbrio químico; catalisadores; solubilidade de substâncias em água; fenômenos exotérmicos.	P2, P5, P6, P8

Experimento	Assuntos abordados pelo experimento	Princípios da Química Verde envolvidos (P de 1 a 12)
1	Ciclo biogeoquímico da água; ciclo biogeoquímico do carbono; estudo do pH; comportamentos químicos: ácidos e bases; óxidos anidros, transformações da matéria.	P2, P6, P8, P10
2	Estudo do pH; comportamentos químicos: ácidos e bases.	P1, P2, P4, P6, P8, P10
3	Tipos de misturas; propriedades de compostos orgânicos: solubilidade; separação de misturas: decantação.	P1, P2, P4, P6, P8, P10, P12
4	Cinética Química	P2, P4, P6, P7, P8, P10, P12
5	Fenômenos físico-químicos; propriedades de compostos orgânicos: solubilidade; separação de misturas; polaridade; interações intermoleculares.	P3, P5, P6, P8
6	Isomeria óptica; separação de misturas heterogêneas; polaridade; funções orgânicas	P1, P2, P4, P5, P8, P10
7	Eletroquímica: pilhas e baterias	P2, P3, P4, P6, P12
8	Comportamentos químicos: concentração; cálculos estequiométricos; cinética química.	P2, P5, P6, P8, P12
12	Propriedades de líquidos: tensão superficial; solubilidade; forças intermoleculares.	P1, P2, P4, P6, P8, P10, P12

Fonte: Elaboração Própria (2022).

Como observado na Tabela 2, todos os 12 experimentos foram escolhidos criteriosamente e cuidadosamente para que pudessem atender a algum ou alguns dos princípios da Química Verde em sua aplicação. Nesse sentido, percebe-se que os experimentos “Tinta de terra: pigmentos, cores e sustentabilidade” (experimento 3), “Calda inseticida de crisântemo” (experimento 4), “Produção de biodiesel” (experimento 10) e “Agulha flutuante” (experimento 12) apresentam uma média de aplicação correspondente à sete princípios da QV e, traçando um paralelo entre estes, observa-se que possuem quase os mesmos princípios intrínsecos (P1, P2, P3, P4, P6, P7, P8, P10, P11, P12) com diferença de apenas um ou dois.

Em continuidade, ambos os experimentos supracitados apresentam temáticas afins ou complementares, como se percebe a presença do estudo de “solubilidade” nos experimentos 3, 10 e 12, “compostos e reações orgânicas” e “separação de misturas, nos experimentos 3 e 10, e “cinética química” e “forças intermoleculares”, presentes nos experimentos 4 e 12. Além

disso, é relevante salientar que em todas as experimentações as quais estão sendo discutidas, os princípios 2, 4, 10 e 12 são predominantes, o que demonstra que a eficiência atômica, o desenvolvimento de produtos seguros, a criação de produtos biodegradáveis e a química segura para prevenção de acidentes, nesta ordem, foram aplicados de maneira adequada e, sobretudo, proporcionam conexões evidentes entre os conteúdos.

Em relação aos experimentos “Construindo uma bateria de latinhas” (experimento 7), “Quem reage mais rápido?” (experimento 8) e “Fogo colorido” (experimento 9) o princípio, em unanimidade, trabalhado é o P12, relacionado à química segura para prevenção de acidentes, contudo, é perceptível a utilização do P2, nos experimentos 7 e 8, relacionado à eficiência atômica, o P3, nos experimentos 7 e 9, relacionado à síntese segura, o P4, nos experimentos 7 e 9, relacionado ao desenvolvimento de produtos seguros, o P6, nos experimentos 7 e 8, relacionado à eficiência energética e, por fim, o P8, nos experimentos 8 e 9, relacionado à evitar a formação de derivados.

Posteriormente, nos experimentos “Papel indicador a partir do repolho roxo” (experimento 2) e “Tem algo cheirando aqui: hidrolato de cravinho” (experimento 6), têm-se a utilização dos mesmos princípios: P1, P2, P4, P8 e P10, com a exceção do aparecimento do P6 no experimento 2 e P5 no experimento 6. Sob essa ótica, avalia-se que ambos os itens apresentam uma abordagem de princípios, em grande parte, equivalentes, uma vez que trabalham em si a prevenção, a eficiência atômica, o desenvolvimento de produtos seguros, o cuidado com a formação de derivados e a criação de produtos biodegradáveis, ao passo que o experimento 2 ainda acrescenta em sua formação a eficiência energética e o experimento 6, o uso de solventes e auxiliares seguros.

Dessa forma, é possível inferir a factual interdisciplinaridade contida na escolha e seleção dos experimentos para a elaboração do caderno didático, haja vista que consegue abranger os diferentes princípios da Química Verde e possibilitar a percepção de relações diretas entre conteúdos estudados e experimentações realizadas, fator primordial para a efetivação da prática pedagógica exitosa: aquela que proporciona aos discentes a capacidade de aprender a partir de inferências, investigação e olhar curioso e crítico acerca da realidade e o cerca e do assunto compartilhado.

5.2 Aplicação do questionário ao corpo discente

Os resultados adquiridos no presente trabalho provêm de 66 questionários aplicados a graduandos da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), no ano de 2022, durante os meses de setembro e outubro do referido ano. Todos os participantes concordantes em

fornecer seus dados ao desenvolvimento da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Anexo A.

Para fins de obtenção de dados basais, os respondentes foram questionados sobre os períodos/semestres aos quais pertencem, auferindo-se, assim, que 30% encontram-se entre o 1º e o 4º período e 70% encontram-se entre o 5º e o 8º período. Também, foram questionados sobre suas idades e gênero ao qual se identificam. Verificou-se que participaram da pesquisa 60,6% de respondentes do sexo feminino e 39,4% do sexo masculino. A esse respeito, é válido salientar que nos últimos anos, tem sido observado um aumento significativo da participação feminina em cursos de graduação em Ciências; Engenharias; Matemática e Tecnologia (Science, Technology, Engineering, and Mathematics - STEM). Historicamente, essas áreas do conhecimento sempre foram dominadas por homens, mas nos últimos anos houve o desenvolvimento de iniciativas para incentivar a participação de mulheres em cursos STEM e isso tem gerado resultados positivos (BLACKBURN, 2017). A exemplo disso, podemos citar: a criação de programas de bolsas de estudo exclusivas para mulheres; campanhas de conscientização sobre a importância da diversidade de gênero na ciência; incentivos para mulheres pesquisadoras; e ações de divulgação científica voltadas para o público feminino.

A primeira pergunta questionou “O que você entende por desenvolvimento sustentável?”. As concepções descritas pelos respondentes foram segmentadas em 3 categorias:

I) Crescimento ambiental, econômico e social que supre as necessidades do presente sem comprometer as gerações futuras (76,92%);

II) “Desenvolvimento tecnológico visando a promoção e preservação do meio ambiente” (27,27%);

III) Desenvolvimento de técnicas que promovam a sustentabilidade para gerar uma melhor qualidade de vida para a população” (10,52%).

Concisamente, aproximadamente 80% das respostas possuem unidades de registro tipificadas na categoria I. Em sua maioria, os estudantes entendem o desenvolvimento sustentável como um conjunto de técnicas e tecnologias que propiciam o desenvolvimento e aperfeiçoamento social, contudo, sem prejudicar os recursos naturais e as gerações que ainda virão. A exemplo, têm-se a resposta proposta por E11 (estudante nº 11):

Todo tipo de iniciativa socioeconômica, cujo processo produtivo, tenha sido pensado visando a própria constância e manutenção. Adquirida por meio: do uso racional de recursos naturais, redução de impactos ambientais, tratamento de resíduos, reciclagem, valorização de mão de obra, educação ambiental e benefício direto/indireto para comunidades próximas ao empreendimento.

As três categorias listadas, relatam a importância do desenvolvimento sustentável (DS) perante três instâncias: sociedade, economia e meio ambiente. Para a sociedade, esse, mostra-se como uma “ferramenta” para garantir que as necessidades e desejos da mesma sejam atingidos a longo prazo. Já para a economia, garante prosperidade e bonança. Por fim, para o meio ambiente, atesta proteção, uma vez que a sociedade e a economia necessitam estar em sintonia com o mesmo para que haja esse desdobramento.

O desenvolvimento sustentável é um conceito intrincado, pois trata de diversas interações e relações entre diferentes elementos. Esse, envolve a interdependência entre a sociedade, a economia e o meio ambiente. Segundo a definição proposta pelo Relatório Brundtland, (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1991, p. 46), o desenvolvimento sustentável é definido como "o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades". As concepções apresentadas pelos respondentes reforçam essa compreensão, destacando a importância de um crescimento ambiental, econômico e social equilibrado, que garanta a sustentabilidade ao longo do tempo. Além disso, a promoção e preservação do meio ambiente, por meio do desenvolvimento tecnológico, e o emprego de técnicas sustentáveis visando uma melhor qualidade de vida para a população também são aspectos ressaltados. Essas perspectivas refletem a conscientização acerca da necessidade de encontrar soluções inovadoras e promover uma abordagem integrada que harmonize o bem-estar social, a prosperidade econômica e a proteção ambiental, em consonância com a definição reconhecida internacionalmente do desenvolvimento sustentável.

Constatar que a generalidade dos respondentes entende em essência o perguntado, manifesta-se como um importante dado. Isso, visto que como mencionado no item 4.3.2, o público alvo da pesquisa compreendeu estudantes universitários do curso de Química – seja bacharelado ou licenciatura. Considerando que os mesmos, em um futuro próximo, serão formadores ou pesquisadores, por exemplo, pressupõem-se que trabalharão com a consciência de que o desenvolvimento sustentável é crucial para indivíduos, empresas e governos, que podem adotar medidas para reduzir o impacto ambiental e promover práticas mais sustentáveis. Isso pode incluir a implementação de políticas que incentivem a eficiência energética, o uso de fontes de energia renovável e a conservação de recursos naturais.

Além disso, saber o que é desenvolvimento sustentável pode inspirar esses futuros profissionais e as pessoas que os mesmos influenciarão em seu círculo social a tomar medidas

em suas próprias vidas, como reduzir o desperdício, escolher produtos sustentáveis e adotar práticas mais conscientes em relação ao meio ambiente.

Na segunda pergunta, foi questionado se os participantes possuem conhecimento a respeito do termo “Química Verde”. Com os dados obtidos, concluiu-se que aproximadamente 80% dos respondentes já tiveram algum contato com essa temática. Entretanto, essa pergunta, intrinsecamente, não é capaz de identificar onde os estudantes conheceram o termo QV e nem se de fato eles têm a real noção de sua aceção. Com isso, para o montante que respondeu positivamente ao questionamento, surgiu uma sub-questão “[...] como ficou conhecendo e o que você entende por Química Verde”.

Como resultado da perspectiva dos estudantes a despeito de onde conheceram o termo, foram concebidas 6 categorias:

- I) “Na universidade” (68,75%);
- II) “Em atividades complementares” (28,12%);
- III) “Em pesquisas na internet” (15,62%);
- IV) “Por meio de redes sociais (15,62%);
- V) “Lendo livros” (9,37%);
- VI) “Assistindo a vídeos” (3,12%).

Curiosamente, notou-se que grande parte dos estudantes relatou ter o primeiro contato com o termo Química Verde somente na graduação, seja em aulas de disciplinas específicas voltadas para temáticas ambientais; aulas laboratoriais; ou em eventos promovidos pela própria Universidade Federal do Maranhão. Tal fato, exterioriza-se como algo alarmante. Isso, dado que a Química é a ciência que estuda as propriedades e reações dos elementos e compostos químicos, e muitas das atividades humanas envolvem o uso dessas substâncias. A produção de combustíveis, materiais escolares, medicamentos e cosméticos, por exemplo, é fortemente baseada em processos químicos. Entretanto, muitos desses processos são ineficientes, ou seja, consomem grandes quantidades de energia e geram resíduos e poluentes. Sendo assim, como declaram Kondrat e Maciel (2013) entender que a educação ambiental deve estar intimamente presente desde os anos iniciais do desenvolvimento cognitivo de um indivíduo, é algo irrefutável na formação de um cidadão capaz de viver o desenvolvimento sustentável.

Nesse sentido, a educação, especialmente a ofertada nas escolas de ensino básico, exterioriza-se como uma das alternativas mais idôneas para estruturar uma sociedade futuramente sustentável. Com professores capacitados e os devidos aparatos didáticos, é possível inserir a temática desenvolvimento sustentável no cotidiano dos cidadãos de forma

mais efetiva. Como afirma Sousa (1993, p.150), “cabará ao professor a tarefa de proporcionar e facilitar os instrumentos e as técnicas necessárias para que os alunos construam, de uma forma activa e sistematizada, o seu próprio saber”.

Para a segunda parte da sub inquirição, “[...] o que você entende por Química Verde”, obteve-se 4 categorias:

I) “A Química voltada para a preservação do meio ambiente” (71,88%);

II) “Conjunto de princípios que visam reduzir ou eliminar o uso de substâncias nocivas ao meio ambiente” (40,62%);

III) “Desenvolvimento de processos e produtos industriais que reduzem os impactos ambientais” (18,75%);

IV) “Elaboração de produtos e tecnologias mais sustentáveis” (18,75%).

Dentro do grupo de pessoas que responderam positivamente à segunda pergunta, é importante destacar que apenas 65% delas afirmaram ter tido contato com a Química Verde e, ao mesmo tempo, essa mesma porcentagem explicou sua compreensão sobre o termo.

Na íntegra, os conceitos obtidos na etapa da categorização, convergem para formar uma só abordagem, ou seja, a união da significância única de cada concepção remete à uma só definição do termo Química Verde, tal como a proposta por De Goes et al. (2013, p.114) que delinea a temática como sendo o “[...] planejamento de produtos e processos químicos no sentido de minimizar, ou mesmo eliminar, o uso de substâncias perigosas e a geração de poluentes como resíduos ou subprodutos”. Como evidência, na primeira categoria os relatos remetem a associação direta entre a Química e o meio ambiente, atrelando a problemática do uso de produtos tóxicos com o quesito sustentabilidade/natureza. Em continuidade, a segunda e a terceira categoria, apontam para os 12 princípios que visam garantir que a Química seja praticada de maneira mais segura, eficiente e econômica, reduzindo os custos sociais e ambientais associados à produção de produtos químicos. Na última categoria, têm-se o desenvolvimento de novas tecnologias mais sustentáveis, que permitem a substituição de substâncias químicas tóxicas ou perigosas por alternativas mais seguras, a utilização de processos mais eficientes e, conseqüentemente, a criação de produtos mais verdes.

Quando inquiridos – no questionamento nº 3, sobre a abordagem da Química Verde por professores da graduação, uma parcela significativa (63,6%) responderam que no decorrer do curso de graduação os professores não versam sobre a temática. Fato que se mostra preocupante, pois mais da metade dos estudantes que responderam negativamente à pergunta, encontram-se entre o quarto e o oitavo período, ou seja, entre a metade e o último período do curso. Isso sugere a persistência do atual cenário em que há pouca ou nenhuma educação

ambiental, especialmente nas licenciaturas. É importante ressaltar que, caso esses futuros profissionais não busquem uma formação contínua e atualizada, especialmente em relação ao tema CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente), essa situação pode se manter, visto que se não é oferecido a um Professor no decurso de sua formação escolar esse tipo de educação, muito possivelmente caso ele não venha buscar essa educação continuada em CTSA, também não a concederá aos seus estudantes, surgindo dessa concepção um grande ciclo vicioso.

Por educação continuada deve-se entender as atividades formativas que o licenciado após o curso de graduação busca com finalidades mais restritas de atualização, aquisição de novas informações e aprimoramento de habilidades. Essa, constitui-se como um conceito fundamental para o desenvolvimento profissional e pessoal ao longo da vida. Autores renomados enfatizaram a importância da educação continuada como um caminho para o crescimento e o sucesso. Malcolm Knowles, trouxe contribuições significativas no campo da educação de adultos, enfatizando a autodireção e a motivação intrínseca como elementos-chave para a aprendizagem ao longo da vida. Ele argumentava que os adultos aprendem melhor quando são motivados pela relevância e aplicabilidade do conhecimento em sua vida pessoal e profissional (KNOWLES, 1979).

Durante a formação universitária inicial, a falta de educação ambiental, pode levar à formação de profissionais que não estejam adequadamente preparados para lidar com os desafios ambientais enfrentados pelo mundo atual. Nessa perspectiva, os profissionais podem não entender, por exemplo, a importância da conservação da biodiversidade, das mudanças climáticas, da gestão de resíduos, do uso sustentável dos recursos naturais e da poluição ambiental. Além disso, eles podem não estar cientes das leis e regulamentações ambientais em vigor e não ter as habilidades necessárias para lidar com esses problemas. Isso, pode resultar em consequências negativas para o meio ambiente e para a sociedade em geral, como a degradação ambiental e o desenvolvimento insustentável.

Aos que responderam positivamente à suprarreferida pergunta, foram, posteriormente, interrogados, no questionamento nº 3.1, sobre a(as) disciplina(s) na(as) qual(is) foram abordados os conceitos, princípios e demais informações a respeito da Química Verde. As respostas fornecidas dividiram-se nas seguintes categorias:

- I) Química do Meio Ambiente (39,13%);
- II) Química Verde e suas Tecnologias (26,08%);
- III) Ecologia (21,74%);
- IV) Poluição e Impactos Ambientais (13,04%);

- V) Química Geral (13,04%);
- VI) Química Analítica (13,04%);
- VII) Química Biológica (13,04%);
- VIII) Disciplinas experimentais (13,04%);
- VIII) Química Orgânica (8,69%);
- IX) Química Inorgânica (8,69%);
- X) Introdução ao Estudo da Química (4,34%);
- XI) Biologia (4,34%).

Como um todo, são várias as disciplinas citadas pelos estudantes, todavia, as que possuem maior incidência estão intimamente ligadas aos temas ambientais, como por exemplo Poluição e Impactos Ambientais. Alguns fatores que podem explicar a menor frequência da abordagem da Química Verde em disciplinas específicas do curso de Química incluem a falta de atualização do plano de ensino do curso, a resistência dos professores em mudar suas práticas pedagógicas devido, em grande parte, a sua formação inicial e a falta de recursos didáticos para o desenvolvimento de práticas sustentáveis nessa área.

É importante destacar que a disciplina Química Verde e suas Tecnologias é recente. Foi criada somente em 2020 e, até o momento, é oferecida como uma disciplina optativa no curso de Química Industrial e como disciplina eletiva no curso de Química Licenciatura e Bacharelado. Sendo assim, é compreensível que a maioria dos alunos ainda não esteja familiarizada com a existência dessa disciplina, especialmente aqueles que estão nos primeiros períodos. Aqueles que estão cursando os últimos períodos podem ter tido a oportunidade de escolher essa disciplina e, por isso, têm conhecimento sobre ela. Portanto, a ausência de menções à Química Verde pode ser atribuída à sua recente introdução e à limitada disponibilidade para os alunos até o momento.

Quando perguntados, no questionamento 3.2, “de que maneira essa temática é abordada” os respondentes afirmaram que o tema é compartilhado de diversas maneiras:

- I) Por meio de aulas expositivas e práticas laboratoriais (59,09%);
- II) Por meio de discussões de assuntos voltados para a temática ambiental (22,72%);
- III) No estudo: de uso e manuseio de reagentes químicos; ciclos biogeoquímicos; produção de hidrogênio, energia e biocombustíveis (13,63%);
- IV) Por meio de atividades complementares sobre a temática (4,54%).

A esse respeito, é válido salientar o imponente problema da transversalidade de temas ambientais. Marques e colaboradores (2013) pontuam que os componentes curriculares voltados à questão ambiental e ao ensino da Química Verde não são restritos e sim

demasiadamente abrangente, englobando mais uma visão geral de aspectos da química e não aprofundando em tópicos necessários; geralmente, na formação desses professores, destaca-se a química geral, química orgânica, entre outras. Paralelamente, Pereira e colaboradores (2009 apud Ferreira et al. 2014), salientam que “durante a formação inicial, poucas são as oportunidades oferecidas para os alunos construírem uma sólida e ampla compreensão dos fenômenos químicos e seus elos com as questões sociais, culturais e econômicas”, contexto que expõe a preocupação com a capacitação desses profissionais no âmbito discutido.

Em continuidade, Manéia e Krohling (2012) apontam que as diretrizes curriculares nacionais asseguram que o professor pode/deve promover discussões de questões ambientais em sala de aula. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), de 1996, estabelece que a educação brasileira deve incluir a "educação ambiental em todos os níveis e modalidades de ensino" (art. 2º, V). Além disso, a Política Nacional de Educação Ambiental, de 1999, define a educação ambiental como uma "prática educativa integrada e permanente" (art. 1º), que deve estar presente em todas as áreas do conhecimento, inclusive na educação formal. Todavia, muitos docentes não se sentem à vontade para tratar desses temas. Diversos são os motivos para tal, a destacar sua baixa visibilidade, uma vez que os alunos em si, não consideram o assunto como primordial. Entretanto, tal fato é paradoxal, dado que a educação é um dos principais transformadores de realidades, elevando patamares e modificando vidas. Particularmente, a educação ambiental, como um todo, é responsável por inserir o aluno num contexto coletivo, ensinando-o sobre pensar no próximo e resguardar bens essenciais para a sua saúde e de seus sucedentes (DOS SANTOS NARCIZO, 2009).

Na questão de número 4, os participantes responderam se possuíam/possuem conhecimento dos 12 princípios da QV. Para tal questionamento, a maior porcentagem correspondeu àqueles que não conheciam/conhecem os 12 princípios, 65,2%, e a menor foi equivalente àqueles que conheciam/conhecem tais premissas, 34,8%. Sob essa égide, quando solicitado a citação de quais princípios dispunham em seu arcabouço, foram citados uma gama de princípios expressos nas seguintes categorias:

- I) Prevenção (73,91%%);
- II) Eficiência atômica (43,47%);
- III) Síntese segura (26,08%);
- IV) Uso de matérias primas renováveis (26,08%);
- V) Desenvolvimento de produtos degradáveis (39,13%);
- VI) Desenvolvimento de produtos seguros (21,73%);
- VII) Uso de solventes e auxiliares seguros (21,73%);

VIII) Busca pela eficiência energética (8,69%);

IX) Catálise (8,69%);

X) Análise em tempo real para a prevenção da poluição (8,69%).

O Princípio da Prevenção destacou-se como o mais citado pelos participantes, com uma porcentagem superior a 70%. Esse resultado é compreensível, considerando os inúmeros problemas ambientais decorrentes das atividades químicas que foram amplamente discutidos a partir da década de 80, período em que o mundo testemunhou uma série de problemas ambientais de grande magnitude. Os profissionais da química tendem a enfatizar muito esse princípio, especialmente no que diz respeito ao tratamento e destino adequado dos resíduos gerados nas aulas de laboratório dos cursos de graduação. Essa ênfase reflete a conscientização crescente sobre a importância de prevenir impactos ambientais negativos decorrentes das práticas químicas. Por outro lado, é interessante notar que dois princípios não foram mencionados por nenhum dos participantes. Isso pode ser atribuído a diversos fatores, como a falta de familiaridade ou a possível falta de ênfase na formação acadêmica e nas práticas profissionais em relação a esses princípios específicos.

Em seguida, foi perguntado na questão de número 5 “você considera as práticas laboratoriais um bom auxílio para compreender um conteúdo teórico?” e, logo de pronto, na 5.1 “justifique sua resposta anterior”. Nessa inquirição, a quase totalidade respondeu que sim, aproximadamente 99%. Isso sugere que a maioria dos participantes tem uma percepção positiva sobre o uso de práticas laboratoriais no aprendizado, e que elas ajudam a consolidar e aplicar os conceitos teóricos aprendidos em sala de aula. O único aluno que respondeu não, talvez não tenha ainda percebido essa importância por diversos aspectos do processo ensino-aprendizagem, como por exemplo, a forma com que o professor possa estar fazendo a contextualização da temática em estudo, ou ainda, diferenças individuais de percepção e preferência de cada aluno. Sob esse prisma, as respostas obtidas nesse questionamento dividiram-se nas seguintes categorias:

I) “Excelente recurso para aprofundar a compreensão teórica” (60,60%);

II) “Forma eficaz de facilitar a compreensão e fixação de conteúdos abstratos por meio da visualização” (53,03%);

III) “Despertar o interesse e curiosidade nos alunos” (9,09%).

De fato, como afirma Keller et al. (2012), as atividades práticas e experimentais são de extrema importância no âmbito educacional, sobretudo ao que se refere ao ensino de ciências, uma vez que há a necessidade de o aluno se entender como parte da realidade e conseguir atrelar esta área às suas atividades cotidianas. Nesse ensejo, Ramos e Rosa (2008 apud SILVA

et al., 2021) corroboram com Keller et al., quando discorrem que a experimentação desempenha um papel fundamental ao instigar nos alunos a convivência social, possibilitando a interação entre eles, a troca de conhecimentos e contribuindo para o enriquecimento de sua aprendizagem.

Essa percepção positiva sobre as práticas laboratoriais pode ser explicada por diversos fatores. Em primeiro lugar, as práticas laboratoriais proporcionam uma experiência prática que complementa a teoria aprendida em sala de aula. Isso permite aos estudantes aplicar conceitos teóricos na prática, e também aperfeiçoar suas habilidades técnicas e desenvolver um pensamento crítico e analítico. Além disso, as práticas laboratoriais podem ser mais envolventes e motivadoras para os estudantes do que simplesmente assistir a uma aula expositiva. O envolvimento ativo dos estudantes em experimentos e atividades práticas, ajuda a manter o interesse dos alunos e a promover uma compreensão mais profunda e efetiva do conteúdo (SILVA, 2020; FERNANDES, 2021).

É importante lembrar que as práticas laboratoriais devem ser bem planejadas e executadas de forma segura e eficiente, garantindo a integridade física dos estudantes e a qualidade dos resultados obtidos. Além disso, é importante considerar que a percepção positiva dos estudantes sobre as práticas laboratoriais pode variar de acordo com o contexto e a disciplina específica.

Em consonância à pergunta 5, a questão de número 6 questionou de que forma tais experimentos voltados à sustentabilidade contribuem para o desenvolvimento social, científico e tecnológico, ao passo em que as respostas foram norteadas pelas seguintes categorias:

- I) “Maximizando a conscientização social sustentável” (45,45%);
- II) “Estimulando a adoção e disseminação de práticas sustentáveis” (31,81%);
- III) “Formando profissionais preparados para lidar com as displicências sustentáveis durante o exercício da profissão” (7,57%);
- IV) “Reduzindo as barreiras burocráticas e promovendo maior flexibilidade para a disseminação dos temas sustentáveis” (7,57%).

Considerando as respostas obtidas nos dois últimos questionamentos (5 e 6), chega-se a um ponto crucial dessa discussão. Com as categorias listadas nas referidas perguntas, pode-se concretizar a importância do desenvolvimento de um caderno experimental didático voltado para a Química Verde. Por meio desse material, os alunos têm a oportunidade de vivenciar práticas sustentáveis, maximizando a conscientização social, estimulando a adoção de medidas ecologicamente corretas e formando profissionais preparados para lidar com os

desafios da sustentabilidade em suas futuras carreiras. Além disso, o caderno didático contribui para a superação de obstáculos, oferecendo uma abordagem prática e adaptada ao ambiente escolar. Ao apresentar os princípios da Química Verde, introduzir o objeto de estudo da disciplina e disponibilizar experimentos que promovem a aplicação dos conceitos aprendidos, esse material desperta o interesse dos alunos, possibilita a compreensão da importância da Química sustentável e estimula o desenvolvimento de uma consciência ambiental crítica. Com o acesso facilitado aos materiais necessários e uma linguagem adequada ao público-alvo, o caderno didático promove a democratização do ensino de Química Verde, ampliando as oportunidades de aprendizado e contribuindo para a formação de uma nova geração de estudantes comprometidos com a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável.

Nas perguntas 7 e 7.1, foi questionado se os participantes possuíam conhecimento da existência da disciplina de Química Verde na UFMA, bem como o canal de divulgação ao qual tiveram acesso e de que forma essa informação foi repassada. Nesse viés, 54,5% responderam que sabiam da existência e os outros 45,5% afirmaram não ter esse conhecimento. Aos que responderam “sim”, as respostas foram variadas nas seguintes categorias:

- I) “Por meio da plataforma SIGAA” (26,66%);
- II) “Por meio de colegas que já cursaram a disciplina” (26,33%);
- III) “Por meio do professor regente da disciplina Química Verde” (13,33%);
- IV) “Por meio da grade curricular do curso” (10%);
- V) “Por meio de atividades complementares” (6,66%);
- VI) “Por meio da coordenação de curso” (6,66%);
- VII) “Por meio do questionário” (6,66%).

Já em relação às informações que obtiveram da disciplina, apenas 3 pessoas deixaram seus registros: “a química verde ajuda muito o meio ambiente”; “ouvi sobre algumas atividades que foram usadas areias de cores diferentes para a produção de tintas”; “falaram que a disciplina é maravilhosa”.

Sob essa ótica, é válido considerar que tal desconhecimento, tanto a respeito da existência da disciplina na Universidade quanto em relação ao próprio conceito/definição da Química Verde, deve-se, em parte, à escassez de materiais acadêmicos e artigos publicados acerca do tema, haja vista que Brandão et al. (2018), em mapeamento realizado, observou que embora o número desses documentos seja extremamente reduzido, apresenta uma crescente “pelo fato da QV ainda ser um tema de baixo conhecimento para muitos docentes e estar

ganhando uma visibilidade maior devido às reformas curriculares e a necessidade de contextualização e uma preocupação maior de conscientizar os estudantes”.

Outrossim, ao analisar-se os dados referentes aos períodos aos quais os respondentes pertencem, constatou-se que a maioria dos alunos se encontra entre o meio e o final do curso. Esses resultados podem indicar que a disciplina de Química Verde não está sendo suficientemente divulgada para os alunos dos cursos de Química (Licenciatura e Bacharelado) da UFMA, uma vez que a maioria deles desconhece sua existência. Isso pode ser um problema, já que, como discutido ao longo desta seção, a Química Verde é uma área de grande relevância para o desenvolvimento sustentável e a formação de profissionais capacitados nessa área é importante para a sociedade como um todo. Além disso, o fato de que a maioria dos alunos se encontra entre o meio e o final do curso pode indicar que a disciplina de Química Verde não está sendo abordada com a frequência e profundidade necessárias durante a graduação. Isso, pode ser uma oportunidade para os professores e coordenadores de curso repensarem a estrutura curricular e incluírem a Química Verde de forma mais sistemática e integrada ao longo do curso, tornando-a um componente obrigatório.

Como mencionado anteriormente, é importante ressaltar que essa disciplina é relativamente recente, sendo criada em 2020 como uma opção optativa no curso de Química Industrial (QI), e sendo oferecida de forma eletiva na Licenciatura e Bacharelado.

Por fim, nas perguntas 8 e 8.1, respectivamente, foi perguntado se cada participante já havia cursado a disciplina de Química Verde e qual a opinião e impressões pessoais a respeito dela poderiam salientar. Nesse quesito, 93,9% responderam negativamente e 6,1% positivamente, no entanto, apenas 2 pessoas relataram suas experiências com a matéria, ao que uma delas explicitou “muito interessante” e a outra “essencial para a formação de um químico consciente com o meio ambiente e com a sociedade.”, o que evoca de maneira objetiva a pura e plena essência desse tema para o campo da Química e os setores da sociedade em geral.

A Química Verde e Suas Tecnologias é uma disciplina relativamente nova e pode não ser familiar para muitos estudantes. Devido ao fato de não ser uma disciplina obrigatória, ela só é oferecida uma vez por ano letivo. Além disso, como já citado, a maioria dos estudantes pesquisados, que estão entre o meio e o final do curso, podem já ter cumprido toda a carga horária optativa necessária, o que pode explicar a resposta negativa da maioria quando questionados se já haviam cursado a disciplina. No entanto, levando em consideração a atual conjuntura mundial, em que a sustentabilidade é uma preocupação cada vez mais presente em diversos setores da sociedade a temática sustentabilidade deve ganhar um lugar de destaque

na educação (FERREIRA, 2020; MARTINS, 2021; SANTOS; OLIVEIRA, 2021; SILVA, 2020).

Para que os estudantes tenham a oportunidade de aprender sobre essa disciplina e seus benefícios, é essencial que as coordenações e departamentos de curso empenhem esforços na divulgação e promoção da disciplina. É fundamental que os estudantes tenham acesso às informações sobre a disciplina, como sua ementa, objetivos e possíveis áreas de atuação, para que possam tomar decisões informadas sobre sua escolha de disciplinas optativas. Além disso, a promoção da disciplina Química Verde e Suas Tecnologias pode contribuir para o desenvolvimento de profissionais mais conscientes e responsáveis em relação ao meio ambiente, capazes de aplicar conceitos sustentáveis em suas atividades profissionais e cotidianas. Dessa forma, a conscientização sobre a importância dessa temática pode ter um impacto positivo tanto na formação acadêmica dos estudantes, quanto no desenvolvimento sustentável da sociedade.

6 CONCLUSÃO

Lecionar, de fato, não é tarefa simples, mas ao entender-se o material didático como aporte. Em suma, a presente monografia buscou explorar o conceito de Química Verde e suas Tecnologias, visando a criação de um material didático para amparar professores na aplicação dessa temática em sala de aula e sondar o conhecimento dos alunos da Universidade Federal do Maranhão (UFMA) sobre esse tema relevante e emergente. Para atingir esse objetivo, foi elaborado um questionário a fim de compreender o nível de conhecimento dos estudantes acerca da Química Verde, bem como identificar possíveis lacunas de aprendizado.

Os resultados obtidos a partir da aplicação do questionário revelaram a importância de promover uma maior conscientização e divulgação da Química Verde não só no contexto acadêmico mas também, nas fases iniciais do aprendizado. Verificou-se que os respondentes possuíam conhecimentos básicos sobre o tema, mas em se tratando de quesitos específicos, ficou evidenciando a necessidade de abordagens mais abrangentes no currículo acadêmico, a fim de explorar com maior profundidade os princípios e aplicações dessa área.

Tendo em vista a falta de materiais didáticos voltados para a temática e considerando os resultados e a lacuna identificada, foi desenvolvido um caderno didático contendo 12 experimentos relacionados à Química Verde. Esses experimentos foram elaborados com o intuito de fornecer aos professores um recurso pedagógico sólido e embasado, que lhes permitisse abordar o tema de forma prática e interativa em sala de aula.

O caderno didático abrange diversos aspectos da Química Verde, desde o desenvolvimento de produtos químicos mais sustentáveis até a utilização de materiais de reciclagem, incentivando a remediação ambiental. Cada experimento foi estruturado de forma clara e objetiva, contendo informações teóricas, materiais necessários, procedimentos experimentais e discussões sobre os resultados esperados. Com isso, os professores da UFMA encontram um suporte pedagógico valioso para enriquecer o ensino de Química Verde, promovendo a conscientização e a formação de profissionais comprometidos com a sustentabilidade.

A partir dessas ações, espera-se que o público que usufruirá do produto deste trabalho, adquira um maior entendimento e interesse pela Química Verde, compreendendo sua importância na busca por soluções químicas mais sustentáveis e respeitosas com o meio ambiente. Além disso, a disponibilização do caderno didático ao público, contribuirá para a disseminação do conhecimento e o aprimoramento do ensino de Química Verde em outras instituições de ensino.

Portanto, a realização deste trabalho propiciou uma importante reflexão sobre a relevância da QV e suas tecnologias, destacando sua aplicação prática e seus benefícios para a sociedade e o meio ambiente. Espera-se que as contribuições apresentadas incentivem a ampliação de pesquisas e práticas relacionadas ao objeto de estudo exposto, promovendo uma transformação positiva no campo da química e na construção de um futuro mais sustentável.

REFERÊNCIAS

- ALTENFELDER, Anna Helena. Desafios e tendências em formação continuada. *Constr. psicopedag.* [online]. 2005, vol. 13, n.10, ISSN 1415-6954.
- ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O Método nas Ciências Naturais e Sociais**: Pesquisa qualitativa e quantitativa. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C. **Green Chemistry**: Theory and Practice. Oxford University, 2000.
- ANTONIN, V. S.; MORASHASHI, A. C.; MALPASS, G. R. P. Compreensão de alunos de graduação sobre conceitos de Química Verde. 3º International Workshop Advances In Cleaner Production: Cleaner Production Initiatives and Challenges for a Sustainable World, São Paulo, maio. 2011.
- BARATIERI, Stela Mari et al. Opinião dos estudantes sobre a experimentação em química no ensino médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 3, n. 3, p. 20, 2008.
- BLACKBURN, Heidi. **The status of women in STEM in higher education**: A review of the literature 2007–2017. *Science & Technology Libraries*, 2017, v. 36, n. 3, p. 235-273.
- BOHEM, C. Rio Paraopeba tem nível de metais 600 vezes acima do permitido. Agência Brasil, São Paulo, 27 fev. 2019. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2019-02/rio-paraopeba-tem-nivel-de-metais-ate-600-vezes-maior-que-o-permitid>. Acesso em: 15 fev. 2022.
- BOLFARINE, H. BUSSAB, W. O. Elementos de amostragem. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.
- BORELLI, Elizabeth. Sustentabilidade e riscos ambientais na indústria química. In: Anais do IX Ciclo de Debates, 2011.
- BRAATHEN, P. C. *et al.* Experiência Simples de Calorimetria com Material de Baixo Custo e Fácil Aquisição. Curitiba: Química nova escola, n. 29, ago. 2008.
- BRANDÃO, Juliana Barreto et al. Mapeamento de publicações sobre o ensino da química verde no Brasil a partir de redes sociais. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 14, n. 30, p. 59-76, 2018.
- BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Brasília, DF: Senado Federal, 1996.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 1999. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/pnea.pdf. Acesso em: 17 mar. 2023.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências**: tendências e inovações. São Paulo: Cortez, 1993.

CARVALHO, D. R. de; AGOSTINHO, C. F.; CARVALHO, Y. P da S. Produção De Papel Indicador Ácido-Base a Partir Do Extrato De Repolho Roxo. *In: VOIGT, Carmen Lúcia. (Org.). Atividades de ensino e de pesquisa em química 2.* Ponta Grossa: Atena Editora, 2019. p. 48-59.

CASTILHO, Rosane. **A experimentação em sala de aula.** [S.l.]: [s.n.], [20--]. 27 p.

COMUM, Nosso Futuro. Comissão mundial sobre meio ambiente e desenvolvimento. **Rio de Janeiro: FGV, 1991.**

COSTA, DOMINIQUE AZEVEDO. Métricas de avaliação da química verde—aplicação no ensino secundário. **Doutorado em Ensino e Divulgação das Ciências. U. Porto, Porto, 2011.**

CUNHA, AM de O.; KRASILCHIK, Myriam. A formação continuada de professores de ciências: percepções a partir de uma experiência. Reunião anual da ANPED, v. 31, n. 3, p. 198-202, 2009.

CUNHA, S.; LUSTOSA, D. M.; CONCEIÇÃO, N. D. **Biomassa em aula prática de Química Orgânica Verde: Cravo-da-Índia como Fonte Simultânea de Óleo Essencial e de Furfural.** Salvador: Química Nova, v. 35, n. 3, 2012, p. 638-641.

DE ALMEIDA, Queli Aparecida Rodrigues 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, 2019.

DE GOES, Luciane Fernandes et al. Aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo de química verde em professores universitários de química. Cidade do México: Educación Química, v. 24, 2013, p. 113-123.

DE MELO, Ederson Costa; DE SOUZA, Katiuscia dos Santos. 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, p. e43711931981-e43711931981, 2022.

DE PASSOS, Priscilla Nogueira Calmon. A conferência de Estocolmo como ponto de partida para a proteção internacional do meio ambiente. Revista Direitos Fundamentais & Democracia, v. 6, 2009.

DE SOUSA, Alessandra Carvalho; DA SILVA, Cristina Emanuely; DA COSTA, Tairiz Tatiani. A abordagem dos princípios da Química Verde e sustentabilidade no livro didático de química do ensino médio. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 19, n. 3, p. 593-616, 2020.

DOS SANTOS NARCIZO, Kaliane Roberta. Uma análise sobre a importância de trabalhar educação ambiental nas escolas. REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 22, 2009.

DRUCKER, Peter. **Melhor de Peter Drucker: homem, sociedade, administração.** São Paulo: NBL Editora, 2002.

FARIAS, Luciana A.; FÁVARO, Déborah IT. **Vinte anos de química verde: conquistas e desafios.** [S.l.]: Química Nova, v. 34, 2011, p. 1089-1093.

FERNANDES, Mariana. **As práticas laboratoriais e o ensino de ciências**: percepções de estudantes e professores. 2021. 180 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

FERREIRA, Ana Paula. A importância da sustentabilidade na educação. *Revista Brasileira de Educação*, v. 25, n. 78, set./dez. 2020, p. 391-402.

FERREIRA, Vitor F.; DA ROCHA, David R.; DA SILVA, Fernando C. Química verde, economia sustentável e qualidade de vida. *Revista Virtual de Química*, v. 6, n. 1, 2014, p. 85-11.

FRANCISCO JÚNIOR, W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. **Experimentação Problematicadora**: Fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de Ciências. São Paulo: *Química Nova na Escola*, v. 1, n. 30, nov. 2008, p. 34-41.

FREIRE, Paulo. *Educação e Mudança*. 12. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1982.

GIANI, Kellen. A experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa. 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

GIL PEREZ, D. New Trends in Science education. *Internacional Journal Science Education*. V. 18, n. 8. p. 889-901, 1996.

JACOBI, Pedro. **O Município no século XXI**: cenários e perspectivas. Cepam – Centro de Estudos e Pesquisas de Administração Municipal, 1999, p. 175-183.

JUNIOR, Joaquim Martins. *Como escrever trabalhos de conclusão de curso: instruções para planejar e montar, desenvolver, concluir, redigir e apresentar trabalhos monográficos e artigos*. Editora Vozes Limitada, 2017.

KARPUDEWAN, Mageswary; ISMAIL, Zurida; ROTH, Wolff-Michael. Ensuring sustainability of tomorrow through green chemistry integrated with sustainable development concepts (SDCs). *Chemistry Education Research and Practice*, v. 13, n. 2, p. 120-127, 2012.

KELLER, Reiner. **Fazendo pesquisa discursiva: uma introdução para cientistas sociais**. Sage, 2012.

KONDRAT, Hebert; MACIEL, Maria Delourdes. **Educação ambiental para a escola básica**: contribuições para o desenvolvimento da cidadania e da sustentabilidade. *Revista Brasileira de Educação*, v. 18, n. 55, 2013, p. 825-846.

KITCHENS, Christopher et al. Completing Our Education. *Green Chemistry in the Curriculum. Journal of Chemical Education*, v. 83, n. 8, p. 1126, 2006.

LAJOLO, Marisa. **Livro didático**: um (quase) manual de usuário. *Revista Em Aberto*. Brasília, ano 16, n. 69, jan./mar. 1996, p. 2-9.

LENARDÃO, Eder João et al. **"Green chemistry"**: os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Química Nova*, v. 26, 2003, p. 123-129.

LÔBO, Soraia Freaza. O trabalho experimental no ensino de química. **Química Nova**, v. 35, p. 430-434, 2012.

LOGUERCIO, R. Q; SAMRSLA, V. E. E; DEL PINO, J. C. A dinâmica de analisar livros didáticos com professores de química. **Química Nova**, v. 24, n. 4, 2001.

LOPES, J. B.; VIEGAS, C.; CRAVINO, J. P. Improving the learning of physics and development of competences in engineering students. *The International Journal of Engineering Education*, Dublin, v. 26, n. 3, 2010, p. 612-627.

MACHADO, Adélio ASC. Da gênese ao ensino da química verde. **Química Nova**, v. 34, p. 535-543, 2011.

MANÉIA, Arismar; KROHLING, Aloisio. Transversalidade, meio ambiente e sustentabilidade na formação do educando. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, 2012, p. 1544.

MARCONI, Marina de Andrade. LAKATOS, Eva maria. **Fundamentos de metodologia científica**, v. 5, 2003.

MARIA, C. J; LOPES, J. B; TOMMASIELLO, M. G. C. Influência do “Caderno de Química” em práticas de ensino em sala de aula. *Ciência e Educação*, Bauru, v.21, n. 2, 2015, p. 329-349.

MARQUES, Carlos Alberto et al. A abordagem de questões ambientais: contribuições de formadores de professores de componentes curriculares da área de ensino de química. **Química Nova**, v. 36, p. 600-606, 2013.

MARTINS, Joana Carolina. **A inclusão da temática sustentabilidade nos currículos escolares: uma análise da realidade brasileira**. 2021. 150 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. **Teaching-learning sequences**: aims and tools for science education research. *International Journal of Science Education*, Abingdon, v. 26, n.5, 2004, p. 515-535.

NÓVOA, António. Os professores e a sua formação. Lisboa: Dom Quixote, 1992. ISBN 972-20-1008-5. p. 13-33.

ONU. Organização das Nações Unidas. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro, 13 out. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 15 fev. 2022.

PITANGA, Ângelo Francklin. Crise da modernidade, educação ambiental, educação para o desenvolvimento sustentável e educação em química verde:(re) pensando paradigmas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 18, p. 152, 2016.

PAINCHAUD-LEBLANC, Gisèle. THE ADULT LEARNER: A NEGLECTED SPECIES (Author: Malcolm Knowles). **McGill Journal of Education/Revue des sciences de l'éducation de McGill**, v. 14, n. 002, 1979.

FREIRE, PAULO. Educação e Mudança. Editora Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1982.

- PENSIN, Gean Antônio Belo. Importância da experimentação no ensino de ciências. 2014.
- PRADO, Alexandre GS. Química verde, os desafios da química do novo milênio. *Química Nova*, v. 26, n. 5, 2003, p. 738-744.
- ROLOFF, Franciani Becker et al. **A circulação de conhecimentos em química verde em teses e dissertações**: implicações ao seu ensino e à formação de professores de química. Doutorado em Educação Científica e Tecnológica. UFSC - Florianópolis, 2016.
- ROSA, Maria Inês Petrucci; RAMOS, Tacita Ansanello. Memórias e odores: experiências curriculares na formação docente. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13, 2008, p. 565-575.
- SÁ, Iasmim Kelen Silva; JÚNIOR, Meubles Borges. **Química Verde**: uma abordagem prática - aluno. São Luís: [s. n], 2023, 63 p.
- SÁ, Iasmim Kelen Silva; JÚNIOR, Meubles Borges. **Química Verde**: uma abordagem prática - professor. São Luís: [s. n], 2023, 63 p.
- SANTOS, Júlia Maria Barros; OLIVEIRA, Flávio de São Paulo. Educação Ambiental e Sustentabilidade. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2021.
- SANTOS, WLP dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão. **Química nova na escola**, v. 4, n. 4, p. 28-34, 1996.
- SEDUC. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DO MARANHÃO. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio – Caderno de Química*. São Luís, 2017.
- SILVA, Felipe Rocha da. **A importância da temática sustentabilidade no ensino médio**: uma análise a partir da realidade brasileira. 2020. 80 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.
- SILVA, Flavia Martins da; LACERDA, Paulo Sérgio Berço de; JONES JUNIOR, Joel. Desenvolvimento sustentável e química verde. *[S. l.]:Química Nova*, v. 28, n. 1, 2005, p. 103-110.
- SILVA, Juliana Pereira da. **Práticas laboratoriais no ensino de Química**: uma análise das percepções de estudantes e professores. 2020. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.
- SILVA, M. C. et al. Práticas pedagógicas no ensino de química verde para a formação do cidadão crítico. *Química Nova na Escola*, v. 39, n. 4, 2017, p. 462-472.
- SOBRINHO, Aurélio et al. **Desenvolvimento sustentável**: uma análise a partir do Relatório Brundtland. 2009.
- SOUSA, Carolina Moreira da Silva Fernandes de. **Ativação do desenvolvimento cognitivo e facilitação da aprendizagem**: Ensino das ciências no 1º ciclo no ensino básico. *[S. l.: s. n.]*1993.
- TEIXEIRA, J. F. et al. Ensino de química verde no ensino médio: análise do material didático das escolas públicas. *Química Nova na Escola*, v. 42, n. 4, 2020, p. 433-441.

TORRESI, Susana I.; PARDINI, Vera L.; FERREIRA, Vitor F. Química é uma ciência em expansão. *Química Nova*, v. 32, 2009, p. 1987-1987.

VENTAPANE, A. L. de S.; SANTOS, P. M. L dos. **Aplicação dos princípios de Química Verde em experimentos didáticos**: um reagente baixo custo e ambientalmente seguro para detecção de íons de ferro em água. São Paulo: *Química nova escola*, v. 43, n. 2, p. 201-205, maio. 2021.

ZANDONAI, D. P. *et al.* **Química Verde e Formação de Profissionais do Campo da Química**: Relato de uma Experiência Didática para Além do Laboratório de Ensino. São Carlos: *Revista Virtual Química*, v. 6, n. , jan./fev. 2014, p. 73-84.

APÊNDICE A - FICHA DE IDENTIFICAÇÃO/QUESTIONÁRIO

Nome: _____

Curso/Período: _____

Idade: _____

Sexo: () M () F

1. O que você entende por desenvolvimento sustentável?

2. Você conhece o termo Química Verde?

() SIM () NÃO

2.1 Caso sua resposta seja SIM, como ficou conhecendo e o que você entende por Química Verde?

3. Em seu curso os professores abordam essa temática?

() SIM () NÃO

3.1 Caso sua resposta seja SIM, em quais disciplinas essa temática é abordada?

3.2 Caso sua resposta seja SIM, de que maneira essa temática é abordada?

4. Você conhece algum dos 12 princípios da Química Verde?

() SIM () NÃO

4.1 Caso sua resposta seja SIM, cite quais os princípios que você conhece:

5. Você considera as práticas laboratoriais um bom auxílio para compreender um conteúdo teórico?

() SIM () NÃO

5.1 Justifique sua resposta anterior.

6. Em sua opinião, de que forma os experimentos realizados com a temática sustentabilidade podem contribuir para o desenvolvimento social, científico e tecnológico sustentável?

7. Você sabe da existência da disciplina Química Verde na UFMA?

SIM NÃO

7.1 Caso sua resposta anterior seja SIM, como você ficou sabendo e que informação você teve dessa disciplina?

8. Você já cursou a disciplina Química Verde?

SIM NÃO

8.1 Caso sua resposta anterior seja sim, o que você achou da disciplina?

9. Este espaço é para eventuais comentários/críticas/sugestões sobre a disciplina Química Verde.

Fonte: autora

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO-UFMA
COORDENAÇÃO DE QUÍMICA****CURSO DE QUÍMICA LICENCIATURA****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Orientador: Prof. Dr. Meubles Borges Júnior
Endereço: UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO-UFMA, com sede nesta cidade,
na Av. Dos Portugueses, 1966 – Vila Bacanga
Fone: (98) 99242-0906
e-mail: meubles.bj@docente.ufma.br
Pesquisadora: Iasmim Kelen Silva Sá
Endereço: Estrada da Vitória, nº 86, Vila Esperança
FONE: (98) 99179-2039
e-mail: iasmim.kelen@discente.ufma.br

**QUÍMICA VERDE NO ENSINO DE QUÍMICA: A EXPERIMENTAÇÃO EM
CONTEXTO**

Prezado(a) Sr(a), estamos realizando uma pesquisa sobre a Química Verde no ensino de química com foco na experimentação. Para isso, precisamos fazer algumas perguntas para o (a) Sr. (a) que nos ajudarão a conhecer melhor o entendimento sobre o tema proposto. As informações fornecidas serão usadas apenas para essa pesquisa, não sendo divulgados dados que identifiquem os participantes.

Eu,....., abaixo assinado, declaro, após ter sido esclarecido(a) e entender as explicações que me foram dadas pela pesquisadora responsável, que concordo em participar da pesquisa que irá entender o conhecimento e opiniões dos alunos de Química e Química Industrial da UFMA – São Luís, sobre a temática Química Verde. Está garantido qualquer esclarecimento que se fizer necessário durante o desenvolvimento da pesquisa.

Foi esclarecido(a) ainda, que tenho liberdade de me recusar a participar ou retirar este consentimento sem nenhuma penalidade ou prejuízo, tendo garantia de sigilo o que assegura a privacidade das informações que forneci. Não haverá nenhum custo decorrente da minha participação na pesquisa.

_____, _____ de _____ de 2022

Assinatura do Pesquisador Responsável

Assinatura do participante ou Responsável