
Experimentação no Ensino de Química Verde: Identificação Alternativa da Vitamina C para o Estudo de Funções Orgânicas

Experimentación en la enseñanza de la Química Verde: Identificación alternativa de la vitamina C para el estudio de las Funciones Orgánicas

Recebido: 01/11/2023 | Aceito: 03/12/2023 | Publicado: 05/12/2023

Júlia Maria Soares Ferraz

Instituto Federal da Paraíba (IFPB), Brasil
E-mail: juliaferraz1900@gmail.com

Maria Caroline Santos Vellozo

Instituto Federal da Paraíba (IFPB), Brasil

Niely Silva de Souza

Instituto Federal da Paraíba (IFPB), Brasil

Carlos Alberto da Silva Júnior

Instituto Federal da Paraíba (IFPB), Brasil

Alessandra Marccone Tavares Alves de Figueirêdo

Instituto Federal da Paraíba (IFPB), Brasil

RESUMO

O Ensino de Química centrado em questões sociocientíficas é essencial para fomentar a conscientização ambiental. Entretanto, a subutilização de temáticas como a Química Verde (QV) nas salas de aula é um desafio. Para abordar essa questão, desenvolvemos a atividade experimental "Em busca da vitamina C" com alunos do 3º ano do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio de Controle Ambiental no Instituto Federal da Paraíba (IFPB). A pesquisa, conduzida de maneira qualitativa e participativa, teve três momentos: 1. Aplicação do Questionário de Sondagem (QS); 2. Aula teórica e experimental; 3. Aplicação do Questionário Final (QF). Os resultados ressaltaram a importância do experimento sustentável para correlacionar a QV com o conteúdo de Funções Orgânicas.

Palavras-chave: Química Verde; Experimentação; Ensino de Química.

RESUMEN

La Enseñanza de Química centrada en cuestiones sociocientíficas es esencial para fomentar la conciencia ambiental. Sin embargo, la subutilización de temáticas como la Química Verde (QV) en las aulas es un desafío. Para abordar esta cuestión, desarrollamos la actividad experimental "En busca de la vitamina C" con estudiantes de tercer año del Curso Técnico Integrado al Bachillerato en Control Ambiental en el Instituto Federal de Paraíba (IFPB). La investigación, realizada de manera cualitativa y participativa, constó de tres momentos: 1. Aplicación del Cuestionario de Sondeo (QS); 2. Clase teórica y experimental; 3. Aplicación del Cuestionario Final (QF). Los resultados destacaron la importancia del experimento sostenible para correlacionar la QV con el contenido de Funciones Orgánicas.

Palabras clave: Química Verde; Experimentación; Enseñanza de la Química.

INTRODUÇÃO

O Ensino da Química, quando inserido em um contexto que incorpora questões socioambientais e é aplicado de maneira substancial na rotina dos estudantes, desempenha um papel crucial na formação de uma sociedade crítica e engajada na preservação do meio ambiente (Arrigo; Alexandre; Assai, 2018; Romão; Da Silva Júnior, 2022). Isso se deve à capacidade da disciplina de fornecer aos discentes o entendimento aprofundado da natureza, dos fenômenos, dos impactos e das interações da matéria que os cercam.

Dentro desse contexto, as discussões pertinentes devem ser constantemente abordadas em sala de aula, uma vez que, conforme afirmado por Coelho e Ferreira (2022), a educação escolar não pode se desvincular da formação humana e cidadã. Essa formação tem como objetivo orientar os estudantes a se tornarem seres autônomos e responsáveis pelo cuidado do mundo em que vivem, compreendendo os avanços científicos e suas implicações na sociedade (Coelho; Ferreira, 2022; Velozo *et al.*, 2023a, 2023b).

Nesse sentido, é imperativo que as metodologias e materiais didáticos utilizados em sala de aula sejam cuidadosamente contextualizados em relação às dimensões teóricas e práticas de uma Educação Ambiental (EA). Isso assegura uma abordagem integrada e eficaz para a promoção da conscientização ambiental e da sustentabilidade, capacitando os estudantes a compreender, agir e se engajar em questões relacionadas ao meio ambiente.

Ainda no que concerne ao Ensino de Química, destaca-se a centralidade do eixo prático e experimental, uma vez que a experimentação transcende a simples exposição a conceitos teóricos. Tal recurso constitui-se como uma ferramenta central na edificação de um entendimento sólido e aplicável da Química (Dantas *et al.*, 2021). Ao se aplicar atividades experimentais, os estudantes não apenas ilustram as teorias, mas também têm a oportunidade de efetuar observações diretas, coletar dados, analisar resultados e deduzir conclusões de maneira autônoma (Silva; Laburú, 2016; Campos *et al.*, 2023).

A relevância da experimentação no âmbito da educação excede o espaço da sala de aula, pois prepara os alunos para enfrentar os desafios do mundo real. Seja na pesquisa científica, na indústria, na área médica ou na resolução de dilemas ambientais, a habilidade de traduzir o conhecimento teórico em prática inovadora é de inestimável importância (Bizerra, 2022).

Diante disso, a ação de vincular a metodologia experimental com o estudo das dimensões sociocientíficas da Química emerge como uma alternativa relevante para

enriquecer o processo de formação dos estudantes do Ensino Médio. Ao integrar as dimensões sociais, econômicas e ambientais com os conceitos da Química, os alunos adquirem uma compreensão mais abrangente da ciência, reconhecendo seu impacto na sociedade e no meio ambiente (Costa, 2021; Souza *et al.*, 2022). Esta abordagem torna o aprendizado da Química mais proeminente e, prepara os estudantes para abordar questões complexas, como a gestão de resíduos químicos, regulamentações ambientais e dilemas éticos associados à prática química.

Nessa perspectiva, a Química Verde (QV) tem o propósito de buscar avanços científicos e tecnológicos de maneira sustentável, visando à preservação do meio ambiente e à promoção da saúde humana para a melhoria da qualidade de vida (Anastas; Warner, 2000). A QV é uma área multidisciplinar da Química que se dedica à prevenção da produção de resíduos tóxicos, à promoção de sínteses seguras de substâncias químicas, ao incentivo do uso de solventes seguros e à seleção de materiais biodegradáveis e não tóxicos (Anastas; Warner, 2000; Da Silva Júnior; Jesus; Giroto Júnior, 2022). Portanto, a integração dessa temática na sala de aula, de forma teórica e experimental, é de suma importância, pois auxilia os estudantes a compreender o impacto dessa ciência nas questões de sustentabilidade, cultivando a consciência e a participação ativa para um futuro mais sustentável.

Entretanto, apesar das razões que respaldam a integração dessa área da QV no processo de ensino de Química, pesquisas apontam uma problemática de subutilização de seus conceitos nos processos de ensino e aprendizagem dessa disciplina (Da Silva Júnior *et al.*, 2022a, 2022b). Esse cenário é motivo de preocupação, uma vez que a QV vem se tornando um tópico cada vez mais debatido, inclusive em avaliações como o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e vestibulares (Da Silva Júnior; Lopes, 2021). A falta de abordagem dessa temática em sala de aula, na maioria dos casos, representa um desafio para os alunos, dificultando a compreensão de conceitos essenciais e comprometendo seu entendimento sobre questões de relevância global.

Diante disso, o presente estudo justifica-se ao promover uma sequência didática que integra tanto os elementos teóricos, como práticos da Química, em consonância com a abordagem da QV. O objetivo principal desta pesquisa reside na realização de uma atividade experimental intitulada “Em busca da vitamina C”, a qual utiliza materiais acessíveis de baixo custo e, de forma ambientalmente responsável, dedica-se à identificação do ácido ascórbico (vitamina C) como meio de contextualização para o estudo das Funções Orgânicas Oxigenadas.

METODOLOGIA

O percurso metodológico da presente pesquisa se fundamentou em uma abordagem qualitativa e participante. Tais metodologias foram escolhidas por permitir não apenas uma análise do estudo em questão, mas também por envolver os participantes, tornando-os coautores do processo de pesquisa (Antunes *et al.*, 2018; Mól, 2017). A participação ativa dos envolvidos promove de maneira efetiva o entendimento das experiências e perspectivas dos alunos, enriquecendo a análise dos resultados.

Tais métodos analíticos possibilitaram uma verificação mais contextualizada das questões debatidas, uma vez que permitiram explorar as percepções, opiniões e vivências dos discentes de forma mais aprofundada. Além disso, a abordagem participante incentivou a colaboração dos estudantes durante todo o processo, fortalecendo o envolvimento deles com as temáticas estudadas e contribuindo para uma compreensão mais holística dos conteúdos (Antunes *et al.*, 2018; Da Silva Júnior, 2023).

O campo de pesquisa foi o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), *Campus* João Pessoa, no qual as atividades desenvolvidas foram direcionadas a uma turma do 3º ano do Curso Técnico Integrado ao Ensino Médio de Controle Ambiental, composta por 33 (trinta e três) alunos. Essa escolha foi motivada pela importância de abordar temáticas socioambientais em um contexto de formação técnica, uma vez que os discentes desse curso são potenciais agentes de mudança em questões ambientais. O enfoque nesses tópicos buscou contribuir para o desenvolvimento de habilidades e competências essenciais para a futura atuação profissional desses indivíduos.

Nessa perspectiva, a ação docente concentrou-se em uma sequência didática que abordou conteúdos de Química Orgânica e de Química Verde, com foco principal na realização de uma atividade experimental sustentável. O objetivo foi conscientizar os alunos sobre a importância da Química Verde e a responsabilidade ambiental, tanto em suas formações técnicas, quanto em suas vidas cotidianas. A sequência didática foi dividida em 3 (três) momentos, como indicado na Tabela 1.

Tabela 1: Momentos de aplicação da sequência didática.

MOMENTOS	AÇÃO
1	Aplicação do Questionário de Sondagem (QS)
2	Aula teórica e experimental
3	Aplicação do Questionário Final (QF)

Fonte: Autoria própria (2023).

Ademais, vale ressaltar que, com o objetivo de validar e garantir a presença e participação dos estudantes nos processos de aplicação da presente pesquisa, o projeto foi submetido, avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do IFPB. O número de Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) associado ao projeto é 68244423.8.0000.5185, em conformidade com as diretrizes estabelecidas na Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012, do Conselho Nacional de Saúde - CNS (Brasil, 2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Momento 1: Aplicação do Questionário de Sondagem (QS)

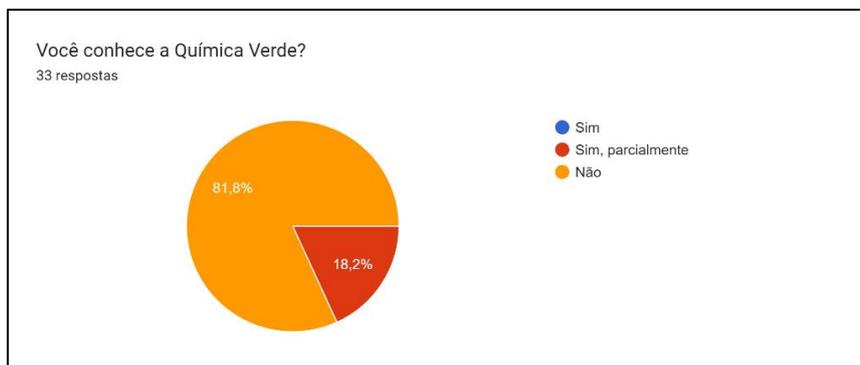
O primeiro passo no percurso metodológico da pesquisa foi a aplicação do QS com a turma. Esse material foi desenvolvido de forma digital por meio da plataforma do *Google Forms*, com o objetivo de coletar e avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a QV e suas relações com o conteúdo químico que havia sido ministrado pela professora regente da turma, mais especificamente relacionado às Funções Orgânicas Oxigenadas.

No QS haviam 2 (duas) perguntas: *I. Você conhece a Química Verde?; II. A respeito do solvente chamado acetato de etila: a) Identifique qual a função orgânica oxigenada que está presente na composição desse solvente. b) De acordo com a Química Verde, esse solvente deve ser utilizado em uma Reação Química?* A apresentação desse questionário ocorreu no primeiro encontro dos pesquisadores e a turma do 3º ano de Controle Ambiental.

No tocante ao primeiro questionamento, constataram-se resultados de significativa relevância. Considerando que se tratava de uma turma de estudantes concluintes do Ensino Médio, com projeção para se tornarem futuros técnicos em Controle Ambiental, era esperado que esses discentes demonstrassem, ao menos, uma compreensão básica dos princípios da QV. No entanto, conforme evidenciado pelo

Gráfico 1, dentre as respostas obtidas, praticamente a totalidade (81,8%) dos discentes relatou nunca ter tido qualquer conhecimento prévio acerca desse tópico. Aqueles que alegaram possuir uma compreensão superficial do assunto (18,2%) igualmente afirmaram não ter familiaridade com os princípios subjacentes.

Gráfico 1: Respostas para a primeira pergunta do QS.



Fonte: Autoria própria (2023).

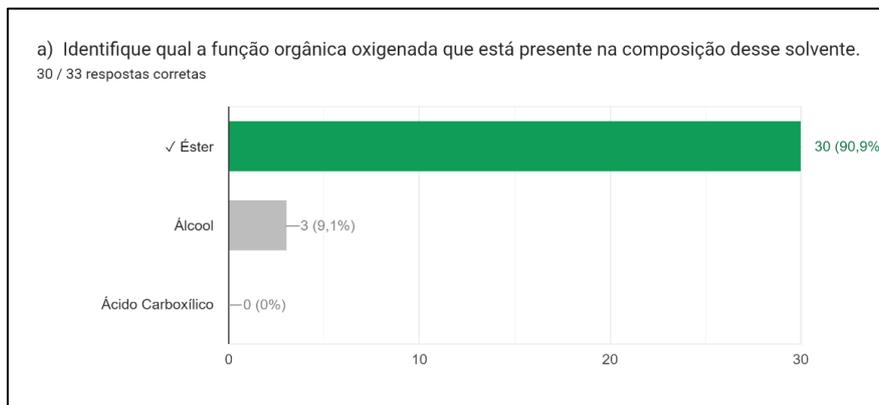
Os dados mencionados evidenciam um considerável distanciamento dos alunos em relação aos temas socioambientais explorados neste estudo científico. Compreendendo a importância dessas temáticas na educação escolar, é vital destacar a preocupante desconexão que existe entre essa abordagem e o cotidiano escolar dos alunos do Ensino Médio. Além disso, esse distanciamento se revela uma questão premente, especialmente no contexto da preparação dos alunos para a vida após a escola.

Para estudantes concluintes do Ensino Médio, que estão se preparando para o ENEM e, posteriormente, para a vida acadêmica ou profissional, a falta de familiaridade com a Química Verde pode prejudicar sua capacidade de compreender e resolver questões críticas relacionadas ao meio ambiente e à sustentabilidade. Nos últimos anos, a presença da Química Verde no ENEM, assim como a de outras áreas sociocientíficas, tem gradualmente se fortalecido (Da Silva Júnior; Lopes, 2021). No entanto, em sala de aula, a realidade é diferente, evidenciando uma lacuna que representa uma preocupação substancial, uma vez que a QV aborda princípios fundamentais que podem contribuir para a construção de uma sociedade mais sustentável.

Portanto, é crucial que haja uma reflexão sobre a inclusão e a promoção dos princípios da QV no currículo escolar. Além disso, incentivar a discussão e a aplicação desse tema no contexto educacional, pode contribuir para a formação de cidadãos mais conscientes e engajados na preservação do meio ambiente e no desenvolvimento sustentável (Ferraz *et al.*, 2022; Da Silva Júnior, Jesus, Giroto Júnior, 2022).

Referente à última pergunta do questionário, o Gráfico 2 apresenta os resultados oriundos da letra a). É importante salientar que essa questão possui uma relação direta com o conteúdo de funções orgânicas oxigenadas.

Gráfico 2: Respostas para a segunda pergunta do QS.



Fonte: Autoria própria (2023).

No que diz respeito à letra a), foi observado no Gráfico 2 um maior percentual de respostas corretas (90,9%), contra um percentual de respostas incorretas (9,1%), o que indica que o conteúdo químico estava bem difundido entre os alunos. Isso reflete uma compreensão sólida por parte desses estudantes em relação às Funções Orgânicas Oxigenadas, o que é um ponto positivo. Entretanto, na letra b), que faz referência à aplicação de solventes orgânicos nas reações de Química Verde, mais uma vez notou-se o desconhecimento dos alunos em relação a esse conteúdo, pois 85% dos participantes não souberam responder e apenas 15% dos discentes responderam corretamente. Isso pode ser um sinal de que a conscientização sobre as práticas de QV e seu impacto na sustentabilidade ambiental ainda é limitada entre os estudantes.

A análise dos resultados do primeiro momento de sondagem destaca a importância de introduzir tópicos relacionados a uma educação socioambiental, com os temas de Química Verde e Desenvolvimento Sustentável na educação escolar. A discrepância na compreensão dos alunos em relação a esses assuntos ressalta a necessidade de abordá-los de maneira mais eficaz (Ferraz *et al.*, 2022). A atuação pedagógica nesse sentido pode promover o pensamento crítico, o comprometimento com a preservação ambiental e a construção de uma sociedade sustentável. Portanto, a exposição dos resultados do questionário realça a importância de incorporar esses conceitos na formação dos alunos.

Momento 2: Aula teórica e experimental

Com respaldo nos resultados provenientes do QS, deu-se seguimento ao segundo momento de aplicação da pesquisa, sendo esse o desenvolvimento de uma experimentação sustentável denominada de “Em busca da vitamina C”. A mencionada atividade foi realizada junto aos discentes, com o intuito de contextualizar a QV com o conteúdo químico de Funções Orgânicas Oxigenadas. À vista disso, houve uma breve explicitação e discussão com os estudantes sobre as questões sociais, econômicas e ambientais envolvidas nas pautas da Química Verde e seus 12 (doze) princípios.

O planejamento da aula experimental teve como objetivo central a discussão prática de alternativas alinhadas aos princípios da QV. Durante a aula teórica, antes da realização da aula experimental, foram promovidos debates que exploraram a teoria do referido tema, destacando a importância da utilização de matérias-primas e reagentes químicos com impactos mínimos ou nulos no meio ambiente. Além disso, foi analisado o funcionamento das reações químicas verdes em comparação com as sínteses tradicionais, enfatizando a relevância da formação de poucos produtos, desde que sejam biodegradáveis e seguros, tanto para o meio ambiente, quanto para a saúde humana.

Além disso, enfatizou-se a necessidade de minimizar a utilização de solventes, recorrendo a eles apenas em situações excepcionais e de maneira responsável. Nesse contexto, os alunos foram informados sobre o uso de solventes não tóxicos, enquanto se esclareceu que os solventes orgânicos, que englobam as funções orgânicas estudadas em aulas anteriores, não são recomendados de acordo com os princípios da QV, pois são considerados compostos tóxicos. Diante disso, a Figura 1 apresenta alguns dos registros desse primeiro contato dos alunos com a aula teórica sobre o tema em sala de aula.

Figura 1: Ministração da aula teórica durante o segundo momento com a turma.



Fonte: Autoria própria (2023).

Durante as discussões suscitadas na exposição teórica, surgiu o seguinte questionamento: como aplicar um experimento químico que estivesse contextualizado com as funções orgânicas, ao mesmo tempo que respeitasse alguns dos princípios da QV? Nesse contexto, foi proposta aos alunos a realização da atividade experimental intitulada “Em busca da Vitamina C”.

Ao analisar o ácido ascórbico, mais conhecido como vitamina C, foi considerada a sua relação com as Funções Orgânicas Oxigenadas, uma vez que em sua estrutura existem grupos característicos das funções álcool, éter e enol. A vitamina C é reconhecida por sua capacidade de atuar como agente redutor em diversas reações químicas. Devido à sua excepcional facilidade de oxidação em solução aquosa, ela se torna um poderoso agente antioxidante (Borges, 2013).

Além disso, as práticas experimentais com o objetivo de identificar o ácido ascórbico oferecem uma oportunidade viável para contextualizar a Química Orgânica de forma sustentável. Os reagentes utilizados nessas práticas são facilmente acessíveis e não acarretam impactos ambientais significativos. A escolha cuidadosa de reagentes e procedimentos que visam minimizar resíduos e riscos, juntamente com a utilização de materiais biodegradáveis e não tóxicos, torna a prática experimental uma atividade sustentável.

Nessa perspectiva, a turma foi orientada pelos pesquisadores durante toda a realização da atividade experimental. Para a realização desse experimento, foram reunidos os seguintes materiais e reagentes: 200 mL de água destilada, um Becker de 1000 mL, uma colher de chá de amido de milho, um recipiente de 1 litro contendo 500 mL de água, um comprimido efervescente de vitamina C, oito copos de vidro numerados de 1 a 8, solução de iodo, amostras de suco de laranja e limão velhos e novos, salsa crua e salsa cozida.

O procedimento experimental foi realizado por etapas. Primeiramente, foi adicionado 200 mL de água à metade de um Becker de 1000 mL e aquecido o líquido até atingir uma temperatura próxima a 50° C. Em seguida, uma colher de chá de amido de milho foi colocada na água aquecida, agitando continuamente a mistura até que retornasse à temperatura ambiente. Em outro recipiente de 1 litro contendo aproximadamente 500 mL de água, foi dissolvido um comprimido efervescente de vitamina C até completar o volume de um litro.

Foram distribuídos 20 mL da mistura de amido de milho e água em cada um dos oito copos de vidro, numerando-os de 1 a 8. No copo 2, foram adicionados 5 mL da

solução de vitamina C. Nos copos 3, 4, 5 e 6, foram adicionados 5 mL das diferentes amostras de suco a serem testadas. No copo 7 foi colocada salsa crua e no copo 8, salsa cozida. Com isso, os alunos foram orientados a gotejar aos poucos a solução de iodo no copo 1, agitando constantemente, até que a coloração azul aparecesse.

O número de gotas adicionadas foi anotado. O procedimento foi repetido para o copo 2, registrando o número de gotas necessárias para o aparecimento da coloração azul. Caso a cor desaparecesse, continuou-se adicionando gotas de iodo até que a cor persistisse. O procedimento também foi repetido para os copos que continham as diferentes amostras de suco e de salsa (crua e cozida), anotando o número de gotas utilizado. A Figura 2 expõe registros do momento experimental mencionado.

Figura 2: Momentos da aula experimental com a turma.

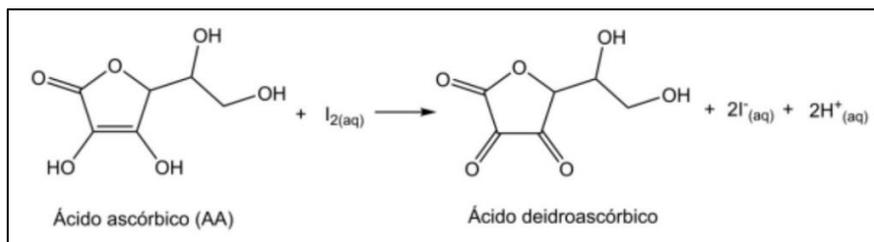


Fonte: Autoria própria (2023).

Neste experimento, a adição de iodo a uma solução amilácea gera uma coloração azul devido à formação de um complexo entre o iodo e o amido (Martins *et al.*, 2015). A vitamina C, por sua propriedade antioxidante, reduz o iodo a iodeto, tornando a solução incolor. Quanto mais vitamina C um alimento contiver, mais rápido a coloração azul desaparece, exigindo mais gotas de iodo para restaurá-la, indicando a quantidade de vitamina C presente.

Após a atividade prática, os alunos foram convidados a identificar quais funções oxigenadas estavam presentes na estrutura da vitamina C. Como resultado, a turma identificou corretamente que as funções orgânicas em destaque eram o álcool, o éster e o enol, respectivamente. Além disso, foi apresentada aos alunos a reação química que ocorre na mudança de coloração da solução de iodo devido à sua redução resultante da presença do ácido ascórbico (Figura 3).

Figura 3: Equação química que descreve a reação química abordada no experimento.



Fonte: Google Imagens (2023).

Neste contexto, a exploração dos conceitos químicos relacionados à identificação de grupos funcionais e às propriedades antioxidantes do composto orgânico estudado foi facilitada por meio desta atividade experimental sustentável. Além dos resultados dos alunos, houve uma interação ativa entre os pesquisadores e os discentes, o que está de acordo com a promoção de interação em sala de aula por meio de métodos experimentais, conforme citado por Souza e Muniz (2020).

Portanto, o uso da experimentação sustentável é uma estratégia educacional viável, proporcionando informações úteis para a vida cotidiana dos alunos como cidadãos responsáveis e contribuindo para avanços técnicos na área de controle ambiental.

Momento 3: Aplicação do Questionário Final (QF)

Utilizando o mesmo método de aplicação do QS, o QF foi apresentado aos estudantes. É relevante enfatizar que ao longo da realização da aula experimental, os alunos eram frequentemente questionados sobre os conteúdos abordados em sala de aula. Por intermédio da análise qualitativa conduzida, foi possível identificar uma compreensão sólida por parte deles em relação ao conteúdo apresentado e explanado.

Nesse contexto, o objetivo principal da aplicação do Questionário Final foi verificar se a atividade experimental estava efetivamente alinhada com os princípios da Química Verde, uma vez que a compreensão dos estudantes em relação ao conteúdo químico já havia sido avaliada durante a aula por meio da participação desses discentes. Assim, o instrumento avaliativo foi composto por uma breve pergunta: *Em sua opinião, qual é a relação entre o experimento "Em busca da Vitamina C" e a Química Verde?*

Nessa sequência, foram coletadas diversas considerações dos estudantes em relação à experimentação realizada em sala de aula. Algumas das respostas a essa questão estão apresentadas de maneira organizada na Tabela 2, que detalha as percepções e observações dos discentes em relação à atividade prática.

Tabela 2: Considerações dos alunos.

ALUNO	RESPOSTA
1	<i>É um experimento seguro sem o uso de substâncias tóxicas.</i>
2	<i>O experimento teve como base os princípios da Química Verde sobre o uso de materiais biodegradáveis e não tóxicos. Seu objetivo principal foi realizar uma prática segura em sala de aula, evitando o uso de elementos químicos altamente prejudiciais. A abordagem da prática foi cuidadosamente planejada, levando em consideração o ambiente em que foi realizada, os instrumentos utilizados e principalmente o descarte adequado das substâncias. Priorizando o uso de produtos menos nocivos, com foco na saúde dos alunos, professores e na preservação do meio ambiente.</i>
3	<i>O experimento "Em busca da Vitamina C" se relaciona com os princípios da Química Verde, pois se trata de uma atividade que utiliza reagentes biodegradáveis e com toxicidade neutra, impedindo contaminação ambiental e dos pesquisadores. Além disso, os resíduos produzidos pelo experimento não são prejudiciais ao meio ambiente ou a saúde humana.</i>
4	<i>As reações no experimento demonstraram como substâncias não nocivas podem ser utilizadas na química. Foram empregados concentrados de frutas cítricas e amido, que, ao entrar em contato com o indicador, sofreram uma transformação, resultando em coloração azulada.</i>

Fonte: Autoria própria (2023).

A análise das contribuições dos discentes revela a aquisição da habilidade de identificar os princípios da QV integrados ao experimento. Esse resultado é perceptível, uma vez que no primeiro momento da pesquisa a turma não conhecia a QV e, após a aplicação, eles foram capazes de identificar até mesmo a presença dos seus princípios na atividade desenvolvida. Verifica-se, portanto, a importância do trabalho colaborativo da equipe pedagógica, uma vez que os objetivos iniciais da pesquisa foram alcançados de maneira efetiva.

Nesse contexto, por meio da contextualização presente nas aulas experimentais, tanto os estudantes quanto os professores adquiriram novos conhecimentos complementares e essenciais para suas formações acadêmicas e para suas vidas em sociedade. Outrossim, foram notáveis a participação efetiva e o interesse dos estudantes ao longo da aula prática. Esse resultado demonstra a eficiência do uso de metodologias diversificadas. Conforme apontam Oliveira *et al.* (2020), o ensino deve ter um valor significativo para cativar a atenção dos alunos.

Logo, diante dos resultados obtidos, foi validada a presente intervenção pedagógica, pois foi possível verificar como a contextualização e a experimentação podem servir como ferramentas motivadoras de uma educação ativa (Gonçalves; Goi,

2020). Isso torna os alunos protagonistas do processo de aprendizagem, promovendo uma abordagem mais envolvente e significativa.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados expostos, é evidente que o experimento em questão desempenha um papel fundamental na promoção da compreensão dos princípios da Química Verde. A atividade prática realizada ilustrou de forma notável a possibilidade de atingir metas químicas de maneira mais sustentável, ao aproveitar as propriedades naturais de substâncias como a vitamina C e outros reagentes utilizados, o que reduz a dependência de compostos químicos mais agressivos.

Além disso, essa pesquisa enfatizou a importância da implementação de intervenções pedagógicas que buscam transformar o tradicional cenário educacional. Isso é evidenciado pelo fato de que, por meio de questionários avaliativos, o estudo revelou uma mudança significativa na perspectiva dos estudantes. Mesmo participando de um curso com foco ambiental, os alunos demonstravam desconhecimento das dimensões sociocientíficas da Química. No entanto, ao final do projeto, eles conseguiram identificar a presença dos princípios da Química Verde no conteúdo químico abordado.

Portanto, fica clara a necessidade de embasar a Educação Ambiental na promoção de uma aprendizagem significativa, uma vez que os paradigmas e as questões socioambientais fazem parte do cotidiano de todos os discentes. Assim sendo, a proposta investigativa contribuiu expressivamente para o enriquecimento profissional dos pesquisadores, uma vez que os objetivos iniciais estabelecidos no planejamento do projeto foram alcançados com sucesso.

Destarte, essa pesquisa visa possibilitar à comunidade pedagógica a aquisição de novas competências e habilidades relacionadas à ampliação de uma educação mais concentrada em contextos ambientais na ementa escolar, preparando os educadores para abordar questões críticas e atuais, tais como a sustentabilidade e a consciência ambiental, no contexto da Química e de outras disciplinas.

REFERÊNCIAS

ANASTAS, P. T.; WARNER, J. C.; **Green Chemistry: Theory and Practice**, Oxford University Press: New York, 2000.

ANTUNES, J. *et al.* Diagnóstico rápido participativo como método de pesquisa em educação. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)**, v. 23, n. 3, p. 590-610, 2018. <https://doi.org/10.1590/S1414-40772018000300002>

ARRIGO, V.; ALEXANDRE, M. C. L.; ASSAI, N. D. S. O ensino de química e a educação ambiental: uma proposta para trabalhar conteúdos de pilhas e baterias. **Experiências em ensino de ciências**, v. 13, n. 5, p. 306-325, 2018.

BIZERRA, H. C. S. **Experimentos no ensino de química: uma abordagem investigativa para o aprendizado dos alunos**. Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Química – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 2022.

BORGES, S. A. **Por que a Vitamina C é tão importante para o nosso corpo**. 2013. Disponível em: <https://youtu.be/CmKq78drbTg?si=Eqxp8zXapYmp2p4Q>. Acesso em: 05 nov. de 2023.

BRASIL. **Resolução Nº 466, de 12 de dezembro De 2012**. Disponível em: <https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>. Acesso em: 05 nov. de 2023.

CAMPOS, J. L. C. *et al.* A Identidade do Surdo como Pesquisador e a Relação da Metáfora da Bipirâmide Triangular no Ensino da Química. In: **Ensino e Aprendizagem na Era Digital**. Fortaleza: Integrar, 2023. <https://doi.org/10.55811/integrar/livros/3792>

COELHO, L. L.; FERREIRA, A. S. Educação Escolar para Todos: e as diferenças?. **Revista brasileira de Educação, Cultura e Linguagem**, v. 6, n. 12, p. e612220-e612220, 2022.

COSTA, M. J. S. **A abordagem de aspectos e questões sociocientíficas nos livros didáticos de química aprovados no PNLD/2018**. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática – Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), 2021.

DA SILVA JÚNIOR, C. A. *et al.* Challenges and Successes: Online and Inclusive Teaching of Green Chemistry in Brazil in the Time of Covid-19. **International Journal for Innovation Education and Research**, [S. l.], v. 10, n. 12, p. 106–118, 2022a. <https://doi.org/10.31686/ijer.vol10.iss12.4012>

DA SILVA JÚNIOR, C. A. *et al.* Educação ambiental em tempos de pandemia: produção e validação de materiais didáticos acessíveis para alunos surdos. **Conjecturas**, [S. l.], v. 22, n. 12, p. 957–967, 2022b <https://conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/1635>

DA SILVA JÚNIOR, C. A.; JESUS, D. P.; GIROTTO JÚNIOR, G. Química Verde e a Tabela Periódica de Anastas e Zimmerman: Tradução e Alinhamentos com o Desenvolvimento Sustentável. **Química Nova**, [S. l.], v. 45, n. 8, p. 1010–1019, 2022. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170893>

DA SILVA JÚNIOR, C. A. Triangular Bipyramid Metaphor (TBM), an Imagetic Representation for the Awareness of Inclusion in Chemical Education (ICE). **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 9, n. 3, p. 10567–10578, 2023. <https://doi.org/10.34117/bjdv9n3-112>

DA SILVA JÚNIOR, C. A.; LOPES, J. R. G. A Química Verde no Enem: Uma Análise Documental das Provas de 2009 a 2020. In: **II Congresso Brasileiro Interdisciplinar de Ciência e Tecnologia, Brazil**. 2021. <https://doi.org/10.29327/143026.2-84>

DANTAS, J. A. S. *et al.* Contribuições de métodos práticos para a aprendizagem de química na escola. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 20044-20059, 2021.

FERRAZ, J. M. S. *et al.* Sustainable experimentation in Chemistry Teaching: Batch Adsorption Technique with activated carbon from the endocarp of coconut in water treatment. **Research, Society and Development**, [S. 1.], v. 11, n. 17, p. e204111738786, 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i17.38786>

GONÇALVES, R. P. N.; GOI, M. E. J. Experimentação no Ensino de Química na Educação Básica. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 1, p. e126911787-e126911787, 2020.

MARTINS, J. G. *et al.* Vitamina C: uma proposta para Abordagem de Funções Orgânicas no ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 2, p. 208-218, 2015.

MÓL, G. S. Pesquisa qualitativa em ensino de química. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 5, n. 9, p. 495-513, 2017.ET

ROMÃO, K. H. O.; DA SILVA JÚNIOR, C. A. Instagram como ferramenta na divulgação científica e extensão universitária. **Brazilian Journal of Health Review**, [S. 1.], v. 5, n. 3, 2022. <https://doi.org/10.34119/bjhrv5n3-226>

OLIVEIRA, J. R. *et al.* A abordagem da educação ambiental na relação professor-aluno em escolas públicas de Parauapebas no Estado do Pará, Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, p. e2391210551-e2391210551, 2020.

SILVA, O. H. M.; LABURÚ, C. E. Implicaciones epistemológicas de la aplicación de un método investigativo en clase experimental en la enseñanza media. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, v. 11, n. 1, p. 1-11, 2016.

SOUZA, T. M.; MUNIZ, E. C. S. Experimentação no ensino de Química na Educação Básica: uma análise através de anais de congresso. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. e177997045-e177997045, 2020.

SOUZA, N. S. *et al.* Inclusive Teaching in Organic Chemistry: A Visual Approach in the Time of COVID-19 for Deaf Students. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 10, n. 1, p. 290-306, 2022. <https://scholarsjournal.net/index.php/ijer/article/view/3618>.

VELOZO, M. C. S. *et al.* Creation and Validation of Bilingual Educational Videos about Environmental Education, Green Chemistry and Sustainable Development Goals for Deaf People in Brazil. **International Journal for Innovation Education and Research**, v. 11, n. 1, p. 46-62, 2023a. <https://doi.org/10.31686/ijer.vol11.iss1.4043>

VELOZO, M. C. S. *et al.* Ensino Inclusivo de Química: Uso da Metodologia de Ensino Bilíngue na Valorização dos Artefatos Culturais da Comunidade Surda. **Revista Inter Educa**, 5(3), 187–201. 2023b. <https://doi.org/10.53660/RIE.225.125>