



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS AGRESTE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

JOSÉ JORGE ALMEIDA DE ANDRADE

**CONTRIBUIÇÕES DA QUÍMICA VERDE PARA APRENDIZAGEM CONCEITUAL E
PROCEDIMENTAL DE CONCEITOS QUÍMICOS PELA PROBLEMATIZAÇÃO DO
MANEJO DE RESÍDUOS**

Caruaru
2023

JOSÉ JORGE ALMEIDA DE ANDRADE

**CONTRIBUIÇÕES DA QUÍMICA VERDE PARA APRENDIZAGEM CONCEITUAL E
PROCEDIMENTAL DE CONCEITOS QUÍMICOS PELA PROBLEMATIZAÇÃO DO
MANEJO DE RESÍDUOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Química do Campus Agreste da
Universidade Federal de Pernambuco –
UFPE, na modalidade de monografia,
como requisito parcial para a obtenção do
grau de licenciado em Química.

Área de concentração: Química

Orientador (a): Profa. Dra. Regina Celia Barbosa de Oliveira

Caruaru

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Andrade, José Jorge Almeida de .
Contribuições da Química Verde para a aprendizagem conceitual e
procedimental de conceitos Químicos pela problematização do manejo de resíduos
/ José Jorge Almeida de Andrade. - Caruaru, 2023.

65

Orientador(a): Regina Célia de Oliveira
(Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do
Agreste, , 2023.

9,2.

1. geração de resíduos. 2. química verde. 3. formação dos licenciandos. I.
Oliveira, Regina Célia de. (Orientação). II. Título.

540 CDD (22.ed.)

JOSÉ JORGE ALMEIDA DE ANDRADE

**CONTRIBUIÇÕES DA QUÍMICA VERDE PARA APRENDIZAGEM CONCEITUAL E PROCEDIMENTAL DE
CONCEITOS QUÍMICOS PELA PROBLEMATIZAÇÃO DO MANEJO DE RESÍDUOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
licenciatura em Química do Campus
Agreste da Universidade Federal de
Pernambuco – UFPE, na modalidade de
monografia, como requisito parcial para a
obtenção do grau de licenciado em
Química.

Aprovada em: 19/09/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Regina Celia Barbosa de Oliveira
(Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Luana Oliveira dos Santos (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Ma. Yrailma Katharine de Sousa (Examinador Externo)
(SEE/PE)

Dedico esse trabalho a todos aqueles que nunca desistem de alcançar seus objetivos, pois mesmo com as dificuldades sempre seguem em frente.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a todas as pessoas que fizeram e continuam fazendo parte dessa minha jornada acadêmica. Sem o apoio de vocês não teria chegado nesse momento. Gostaria de agradecer a compreensão da minha orientadora Regina, que mesmo com minhas dificuldades me apoiou incansavelmente nessa pesquisa. Agradeço também a banca examinadora as professoras Luana e Yrailma, que aceitaram participar dessa etapa da minha vida acadêmica.

Também gostaria de agradecer aos professores do curso que sempre estiveram presente na minha formação, Fabiana, Ana, Ayron, Sulanita, Jane, Girleide, Gilmara e em especial Roberto que em momento de grandes dificuldades estava sempre presente para auxiliar e apoiar.

E, não poderia deixar de falar na minha família, que estava presente em todos os momentos alegres ou não, então, agradeço muito a minha mãe Ivanilda e meus irmãos: Douglas, Fernanda, Filipe, Giselly e Cibele, obrigado por tudo.

“Eu tentei 99 vezes e falhei, mas na centésima tentativa eu consegui, nunca desista de seus objetivos mesmo que esses pareçam impossíveis, a próxima tentativa pode ser a vitoriosa”. Albert Einstein

RESUMO

A geração de resíduos em atividades experimentais ainda constitui um grande problema ambiental em instituições de ensino superior. Assim, se faz necessário se pensar em soluções para essa problemática, e, uma alternativa que possibilite a diminuição ou a não produção de resíduos, e se produzido com pequena toxicidade, temos a Química Verde (QV). Como pesquisadores, consideramos que a formação dos licenciandos pode contemplar uma reflexão sobre a preocupação com a geração de resíduos nas aulas experimentais. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi analisar as implicações da implementação da química verde na construção de conteúdos conceituais e procedimentais associados ao manejo de resíduos em um curso de licenciatura do Agreste pernambucano. A metodologia utilizada foi entrevista semiestruturada, uma observação participante, ambos os instrumentos de coletas tiveram os áudios gravados, para análise a posteriori, e a aplicação de um questionário com questões interligadas a geração de resíduos e a Química Verde. Para a apreciação dos dados se utilizou a análise de conteúdo de Bardin, a partir das falas dos licenciandos. Os resultados obtidos mostram que as discussões em torno da geração de resíduos nas aulas experimentais, acontecem, no entanto, ainda um pouco limitante sobre a responsabilização em torno da geração dos resíduos e no que tange a interligação da Química verde, se observou que os licenciandos se mostraram interessadas em práticas mais sustentáveis, com materiais com baixa toxicidade. Além disso, se observou possíveis construções de conteúdos conceituais e procedimentais, pois os licenciandos estavam sempre preocupados com o que estava sendo gerado, se era necessário utilizar tal quantidade de reagente. Isso nos mostrou que trabalhar a Química Verde interligadas ao manejo de resíduos pode contribuir para a formação crítica dos licenciandos.

Palavras-chave: geração de resíduos; química verde; formação dos licenciandos.

ABSTRACT

The generation of waste in experimental activities is still a major environmental problem in higher education institutions. Thus, it is necessary to think of solutions to this problem, and one alternative that makes it possible to reduce or not produce waste, and if produced with little toxicity, is Green Chemistry (GC). As researchers, we believe that the training of undergraduates can include a reflection on the concern with waste generation in experimental classes. The aim of this study is to analyze the implications of implementing green chemistry in the construction of conceptual and procedural content associated with waste management in a degree course in the Agreste region of Pernambuco. The methodology used was a semi-structured interview, participant observation - both collection instruments had their audio recorded for a posteriori analysis - and the application of a questionnaire with questions linked to waste generation and Green Chemistry. Bardin's content analysis was used to assess the data, based on the students' speeches. The results obtained show that discussions around waste generation in experimental classes do take place, although they are still somewhat limited in terms of taking responsibility for waste generation. With regard to the interconnection of green chemistry, it was observed that the undergraduates were interested in more sustainable practices, using materials with low toxicity. In addition, we observed possible constructions of conceptual and procedural content, as the undergraduates were always concerned about what was being generated and whether it was necessary to use such a quantity of reagents. This showed us that working on Green Chemistry in conjunction with waste management can contribute to the critical training of undergraduates.

Keywords: waste generation; green chemistry; undergraduate education.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Categorias para análise das entrevistas e da observação 15 participante realizadas com os licenciandos em química.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

QV	Química Verde
ENADE	Exame Nacional de Desenvolvimento dos estudantes

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	Objetivo geral.....	15
2.2	Objetivos específicos.....	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1	A formação socioambiental de discentes.....	16
3.2	A construção de conteúdos procedimental, atitudinal e conceitual no ensino de Química.....	18
3.3	A formação socioambiental de discentes.....	19
3.3	A Química Verde e seus princípios.....	21
3.4	Aspectos relacionados à química verde no contexto da formação docente.....	23
4.0	METODOLOGIA.....	26
4.1	Instrumentos de construção de dados.....	27
4.1.1	Entrevista.....	28
4.1.2	Observação participante.....	28
4.2	Análise dos dados.....	29
5.0	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
5.1	Análise dos dados obtidos da entrevista, da observação e das questões problemas.....	31
6.0	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45

REFERÊNCIAS.....	47
APÊNDICE A: ENTREVISTA COM OS LICENCIANDOS.....	49
APÊNDICE B: SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	50
APÊNDICE C:QUESTÕES SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS E A QUÍMICA VERDE.....	54
APÊNDICE D: EXPERIMENTO 1: O SUCO É ÁCIDO OU BÁSICO?.....	58
APÊNDICE E: EXPERIMENTO 2: PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO DE COZINHA.....	61

1 INTRODUÇÃO

Em consequência dos avanços industriais e da produção em larga escala, a geração de resíduos vem sendo cada vez maior, assim, pesquisadores têm buscado meios de mitigar esse problema. A partir dessa perspectiva, surgiu a Química Verde (QV) que tem como objetivo propor medidas com um viés mais sustentável. Assim, os princípios da (QV) surgem na década de 90 por Anastas e Warner, como apontam Novaes *et al* (2010), em que os pesquisadores discutem sobre o uso de tecnologias que visem amenizar tanto a geração como descartes incorretos de resíduos no meio ambiente (Novaes *et al*, 2010).

Corroborando Lenardão (2003) afirma que os princípios da (QV) têm como foco a adoção de medidas sustentáveis na perspectiva de se trabalhar com alternativas que gerem menos resíduos nos processos de produção em grande ou pequena escala. Sobre esse aspecto, não apenas concordamos com esses autores, como pensamos ser oportuno a inclusão do debate sobre o tema em instituições de ensino superior, especialmente na formação docente, que possam favorecer a sensibilização dos envolvidos quanto às implicações do manejo de resíduos de atividades experimentais na minimização de problemas ambientais.

Nesta mesma visão, Prado (2002) argumenta que a (QV) deve ser praticada a partir de bases curriculares relacionadas tanto ao ensino quanto a pesquisas científicas, uma vez que práticas não sustentáveis associadas a fatores sociais, ambientais e econômicos tendem a ser maléficas aos ecossistemas como um todo. Com base nessa concepção, indústrias, escolas ou empresas devem conhecer e adotar políticas relacionadas a um desenvolvimento sustentável. Consequentemente, é imprescindível no processo de formação cidadã, partindo da escola, a promoção de discussões que visem instigar os estudantes a refletirem sobre o seu papel ativo junto ao meio ambiente.

Para além de saber tais concepções, a partir da (QV), é imprescindível trabalhar com os estudantes diversos fatores como a formação conceitual, procedimental e atitudinal uma vez que a partir de seus fundamentos, o docente pode envolvê-los na busca de soluções, como por exemplo adotar práticas sustentáveis no ensino de Química. Consequentemente, é imprescindível que o

professor desenvolva ações que visem instigar atitudes a fim de evitar o desperdício de reagentes e, principalmente, a possibilidade de contaminação do meio ambiente.

Nesta linha de pensamento, o estudo visa responder a seguinte pergunta: Como a problematização de atividades experimentais com foco na química verde pode auxiliar na construção de conteúdos conceituais e procedimentais associados ao manejo de resíduos.

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Analisar as implicações da implementação da química verde na construção de conteúdos conceituais e procedimentais associados ao manejo de resíduos em um curso de licenciatura em química do Agreste pernambucano.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar se os licenciandos em Química interligam o cuidado com o manejo de resíduos das aulas experimentais ao meio ambiente.
- Analisar a importância de aulas experimentais para a formação de um professor crítico e reflexivo quanto às questões ambientais.
- Investigar a mobilização de conteúdos conceituais e procedimentais articulados com os princípios da (QV) por parte dos licenciandos

3.0 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A formação socioambiental de discentes

Para Carvalho, Farias e Pereira (2011), a educação ambiental deve ser tratada no viés reflexivo, em prol da formação de um sujeito capaz de respeitar os valores preconizados por um bem viver ecológico. Deste modo, a prática ambiental deve proporcionar uma visão social na vida dos estudantes. Sendo assim, os seres humanos devem adotar medidas ambientalmente sustentáveis perante o meio ambiente, considerando o longo de tempo de recuperação dos ambientes que sofreram/sofrem com as atividades antrópicas. Dentre as atividades que contribuem para a degradação ambiental, podemos citar: o abandono de animais, queimadas, consumismos desenfreados entre outras nos levam a refletir sobre a necessidade de mudanças dos nossos hábitos e costumes. Assim, é imprescindível que nós tenhamos um papel ativo social diante de tais problemas. Neste contexto, a prática educativa tem um papel primordial de assumir a missão de cultivar, preparar e formar uma visão mais ecológica (Carvalho, Farias e Pereira, 2011).

Por outro lado, a educação ambiental tende a assumir um papel emancipador na formação cidadã dos discentes, que precisam ter uma visão crítica, política da sociedade a partir do seu processo formativo. Neste sentido, os mesmos precisam ter consciência das consequências do descarte irregular de resíduos no meio ambiente, pois a formação ambiental, geralmente é deixada em segundo plano, apesar de ser um tema transdisciplinar. Assim, por exemplo, as licenciaturas formam professores que irão trabalhar na base educacional, ou seja, estarão renovando o ciclo de visão ecológica (Carvalho, Farias e Pereira, 2011).

Reigota (2007) aponta que a problemática ambiental tem desencadeado grandes desafios éticos, sociais e políticos. Assim, conseqüentemente, sendo um problema epistemológico para os pesquisadores, pois se é questionado o que se produz no meio científico e quais os compromissos assumidos nesse meio para o desenvolvimento sustentável. Deste modo, as reflexões a respeito dos problemas ambientais, que vêm sendo gerados nas últimas décadas, devem ser coletivas, necessitando, assim, de pesquisas transdisciplinares para se chegar a uma resposta ou alternativas com profundidade para solucionar tais problemas (Reigota, 2007).

Reforçando, a educação ambiental está ligada diretamente às práticas sociais, assim sendo, se faz necessário ter o *habitus* ecológico, como afirma Carvalho, Farias e Pereira (2011), para se poder “constituir/ incorporar/performar sujeitos para uma vida mais livre das restrições e da repressão da “civilização”, ou, ao contrário, estaríamos diante de uma pedagogia da informação, sem reflexão, empenhada em modelar um novo padrão de comportamentos ecologicamente”. Neste contexto, a formação educacional precisa contemplar uma visão emancipadora com relação ao contexto social vigente, contemplando assim, um olhar ambiental.

Gerbase *et al.*, (2015) apontam que, ao longo dos anos, os departamentos e institutos de química, como os demais locais que trabalham com produtos químicos vêm sendo questionados sobre o tratamento e posicionamento do descarte de resíduos gerados. Visto que, as instituições de ensino, como geradora de conhecimento, deveriam ter um foco maior em relação ao descarte desses resíduos, com políticas institucionais clara, que permitam o tratamento do material gerado, no entanto, a maior parte dos resíduos gerados em esferas educacionais são guardados em locais impróprios esperando um destino final, ou são descartados na pia do laboratório (Gerbase *et al.*, 2015).

Nas últimas décadas, a legislação brasileira vem ampliando as leis para se ter um controle do descarte indevido de produtos químicos, sendo assim, as instituições de ensino também precisam ser adaptadas às exigências com o passar do tempo. deste modo, Gerbase *et al.*, (2015) apontam que o mau descarte dos resíduos desses produtos químicos está entre os mais graves problemas ambientais. Sendo assim, as instituições de ensino, como formadora de conhecimento, podem contribuir para que os seus discentes sejam capazes de compreender sua responsabilidade na geração de resíduos, pois as instituições estão além de realizar publicações, patentes, as mesmas são fundamentais para que os estudantes compreendam que, paralelamente, se faz necessário pensar que está se gerando resíduos, que em muitos momentos precisam ser tratados antes de serem enviados para o local adequado.

Prado (2003) aponta que vem crescendo a pressão tanto da sociedade civil quanto das autoridades governamentais, para que as indústrias e demais meios que utilizam produtos químicos, pensem em alternativas para cada vez mais diminuir a quantidade de resíduos gerados, para evitar danos ao meio ambiente. Silva, Lacerda

e Jones (2005) argumentam que após a realização de um processo químico se pode tratar e em seguida descartar os resíduos, ou reaproveitar os resíduos. A partir dessa visão, os autores apontam para a promoção de atividades mais limpas, fundamentadas nos princípios da Química Verde que busca uma diminuição dos poluentes em atividades químicas, buscando encontrar processos que usem e gerem a menor quantidade de resíduos possíveis.

Assim, as instituições de ensino devem instigar os seus estudantes a terem essa visão de sustentabilidade e responsabilidade acerca dos resíduos gerados, sejam no ensino, pesquisa ou extensão. Deste modo, a formação dos discentes ligados a uma visão mais formativa, nas concepções dos conceitos, procedimentos e atitudes podem propiciar essa visão.

3.2 A construção de conteúdos procedimental, atitudinal e conceitual no ensino de Química

Observamos que os estudantes ainda se encontram com uma grande dificuldade de entender conceitos e princípios relacionados às disciplinas de ciências da natureza, pois na maioria das vezes são temas abstratos. Os conceitos estão ligados a conjuntos de objetivos, fatos que têm características comuns, já os princípios se referem a mudanças, que se produzem numa situação em relação aos fatos, que na sua maioria descrevem relações de causa e efeito ou correlação (Zabala, 1998). Neste seguimento, a não contextualização desses conceitos tende a dificultar o entendimento dos estudantes. Conceitos como densidade, função, potência ou princípios como leis ou regras, precisam estar entrelaçados ao entendimento contextual dos estudantes para a ampliação do conhecimento, pois não se pode dizer que aprendeu um conceito ou princípio se não entendeu o significado (Zabala, 1998).

Corroborando, Freitas; Santos e Bedin (2021) argumentam que a aprendizagem conceitual abrange a maior parte das atividades realizadas pelos estudantes no ensino de Química, podendo citar os fenômenos químicos, físicos dentre outros. Entretanto, para se ter a aprendizagem desses conceitos, e, se caracterizar como uma aprendizagem conceitual, o professor precisa instigar a curiosidade dos discentes, para que os mesmos compreendam tais conceitos no

processo de aprendizagem, para assim estimular a ampliação dos seus conhecimentos (Freitas; Santos e Bedin, 2021).

Para Silveira e Bedin (2021), o professor deve nortear suas ações buscando a formação crítica dos estudantes, envolvendo a sua formação criativa e autônoma, buscando trabalhar a esfera, atitudinal, procedimental e conceitual. Na visão dos autores, existe uma série de habilidades que os professores podem utilizar em suas metodologias para possibilitar um melhor aproveitamento dos alunos, frisando uma aprendizagem significativa (Silveira e Bedin, 2021).

Zabala (1998) discorre que só podemos dizer que aprendemos algum conceito quando somos capazes de situar os fatos em um contexto mais amplo e não apenas fazendo uma mera repetição do conceito visto. Sendo assim, quando conseguimos explanar o conceito aprendido em qualquer atividade e não apenas reproduzir com exatidão a definição de maneira estereotipada, ou seja, quando conseguimos interpretar, compreender o conceito em um contexto mais amplo, temos a aprendizagem em desenvolvimento, que vai muito além da reprodução de enunciados (Zabala, 1998).

Dentre os pilares defendidos na aprendizagem conceitual é que não podemos considerar a aprendizagem como concluída, acabada, pois sempre existe a possibilidade de aprofundar, ampliar seu conhecimento, ampliar o significado (Zabala, 1998). A aprendizagem de conceitos ou princípios está ligada às condições que o processo de aprendizagem se direciona, que possibilite para se permitir uma formação significativa, um processo de elaboração e construção do conceito. Zabala (1998) afirma que são necessárias atividades que promovam uma forte atividade mental, que promovam desafios, relacionados a atividades reais para a ampliação da aprendizagem.

Das tipologias de Zabala (1998) resgatamos também a construção procedimental por parte dos estudantes, que incluem regras, métodos e procedimentos, com foco na realização de um determinado objetivo. Para o autor, tais procedimentos perpassam o ler, o fazer, calcular, classificar, traduzir (Zabala, 1998). Podemos notar que todos os conteúdos têm em comum ações a serem realizadas com foco na aprendizagem, com características específicas.

Na concepção de Zabala (1998), a aprendizagem procedimental pode ser classificada em três eixos: o primeiro eixo está ligado às ações que se realizam através de componentes motores ou cognitivos, motor/cognitivo. Neste sentido, se

classificam como motores o ato de saltar, recortar e inferir; e como cognitivo o ato de ler. O segundo eixo refere-se às habilidades de fazer, de realizar as atividades, pois, como a aprendizagem é um processo contínuo, esse eixo vai discutir sobre o foco do estudante em realizar a atividade, pois, para se alcançar os objetivos, é necessário realizar as ações até êxito e compreensão da mesma, poucas ações/muitas ações. No último parâmetro está o grau de determinação da ordem das sequências.

Na concepção de Silveira e Bedin (2021), a aprendizagem em sala de aula está ligada a compreensão dos conceitos dos ensinamentos dos docentes, os estudantes devem ser capazes de contextualizar social, culturalmente, historicamente esses conhecimentos. A partir dessas competências, se está trabalhando a formação crítica do sujeito.

A realização das ações promove as condições para a aprendizagem, pois estas são um conjunto de ações ordenadas com um fim que abre caminho para aprender, pois só aprendemos algo quando começamos a praticar tal atividade de forma contínua, como por exemplo, só aprendemos a falar falando, a caminhar, caminhando, esses são fatores que indicam conteúdos procedimentais. Apesar de ser óbvio, o ensino na maioria das vezes, se enquadra como expositivo, não permitindo aos estudantes aprender fazendo. Não adianta saber as regras e não se tentar aplicar na prática, como também aplicar mecanicamente sem compreender (Zabala, 1998). A visão dos estudantes, em torno da compreensão da atividade, em muitos momentos não é momentânea, se fazendo necessário realizar as atividades quantas vezes forem viáveis para aprender o que se pretende, podendo realizar diferentes ações para se alcançar o objetivo, a aprendizagem (Zabala, 1998).

Por outro lado, Silveira e Bedin (2021) discutem que o processo de aprendizagem se formaliza por quatro estágios fundamentais: aprender a conhecer; aprender a fazer; aprender a conviver e aprender a ser. Os autores, apontam que em cada um desses estágios do desenvolvimento da aprendizagem, os estudantes estão reflexivos sobre o processo da sua formação, o primeiro pilar estaria ligado à compreensão conceitual, pois está ligado a ressignificação do mundo, buscar instigar o discente a questionar, analisar, decodificar, ou seja, habilidade ligada a capacidade intelectual do estudante (Silveira e Bedin, 2021).

Nessa mesma linha de raciocínio, Silveira e Bedin (2021) apontam que no que tange a área procedimental, o segundo pilar se encontra com essa finalidade,

pois é a partir da instigação das habilidades motoras dos alunos que tal procedimento se concretiza. Posteriormente os autores apontam que os dois segundos estágios estão ligados aos conteúdos atitudinais, pois estão desenvolvendo as habilidades intrapessoais e interpessoais do sujeito, pois estão aprendendo a reconhecer e se reconhecer como indivíduos atuante na sociedade (Silveira e Bedin, 2021).

Para além de realizar as atividades, Zabala (1998) ressalta a necessidade de refletir sobre a própria atividade como fundamental na aprendizagem, é imprescindível refletir sobre o erro, para a partir dessa reflexão ressignificar os conteúdos conceituais associados ao conteúdo procedimental. Por fim, Zabala (1998) relaciona a aplicação em contextos diferenciados como crucial no processo de aprender, pois quando aplicamos o conhecimento construído em situações inusitadas, não previsíveis, corroboram para a reflexão do conhecimento construído.

No contexto da aprendizagem dos conteúdos atitudinais, Zabala (1998) argumenta que o termo engloba uma série de conteúdos, que são agrupados em valores, atitudes e normas, cada um com características suficientemente diferenciadas. Valores são princípios ou ideias éticas que possibilitam formar uma conduta; atitudes são a forma como uma pessoa realiza uma determinada conduta e normas são as regras que devemos seguir (Zabala, 1998). Neste contexto, podemos afirmar que a aprendizagem através da formação de conteúdos atitudinais está associada à tomada de decisões com o intuito de compreender o que é coerente ou não, através de critérios estabelecidos (Zabala, 1998). Aspectos relacionados à Química Verde no contexto da formação docente

3.3 A Química Verde e seus princípios

A química verde é uma metodologia abordada Química que busca minimizar os resíduos gerados. Assim, no processo de construção de aprendizagem se faz necessário que os cursos de graduação, cujo papel está na formação de docente crítico, é primordial que os estudantes entendam os princípios da (QV) para serem mais reflexivos em suas ações (Andrade e Zuin, 2021). Corroborando com esse pensamento, Saqueto (2015) argumenta que a compreensão dos princípios da (QV) contribui para a reflexão na prática, contribuindo assim para a redução de resíduos.

Assim, temos a preocupação de investigar se tais princípios estão sendo desenvolvidos na formação dos estudantes.

Os 12 princípios da (QV) foram formulados para propor caminhos de se trabalhar com produtos químicos com mais responsabilidade com o meio ambiente, desta forma, traremos abaixo mais detalhados cada um dos princípios e seus objetivos. Com base nos autores Lenardão *et al* (2003), Saqueto (2015):

1. Prevenção, é uma das maneiras mais eficazes de evitar a degradação do meio ambiente é evitar a produção de resíduos ao invés de tratá-los. Deste modo, as instituições de ensino devem se preocupar com a preparação de práticas experimentais, para além disso, os docentes precisam instigar seus alunos a pensarem sobre as consequências de geração de resíduos desnecessários.

2. Economia atômica, se faz necessário o desenvolvimento de metodologias que maximizem a incorporação dos reagentes de partidas no produto. Assim, seguindo esse conceito se teria um melhor aproveitamento dos reagentes, o que ocasionaria uma redução de resíduos (Saqueto, 2015).

3. Síntese de Produtos Menos Perigosos. Quando for necessário realizar uma síntese, a mesma deve ser feita pensando previamente na geração de resíduos, pois se deve evitar a produção de substâncias tóxicas para o meio ambiente e a saúde humana. Warner et al (2004) apud Saqueto (2015) argumentam que quando a preocupação está ligada apenas no produto, em uma sequência de reações, os docentes deixam passar a preocupação com os reagentes que podem ser tóxicos.

4. Desenho de Produtos Seguros. Os princípios e o 3 se complementam, já que o princípio 3 está interligado à síntese dos produtos e o 4 ao produto. Esse se baseia nos desenhos dos produtos desejados, que não devem ser tóxicos e precisam atender às funções desejadas.

5. Solventes e Auxiliares mais seguros. Se possível, os processos químicos devem ser feitos em temperatura e pressão ambiente, pois a utilização de energia causa danos ambientais e econômicos e devem ser minimizados.

7. Uso de Fontes Renováveis de Matéria-Prima. sempre que possível a utilização de produtos renovável, a produtos não renovável, essa ação deve ser feita, pois como aponta Saqueto (2015), a indústria química utiliza a em grande escala produtos à base de petróleo que é uma fonte não renovável e se pensam em alternativas se faz necessário.

8. Evitar a Formação de Derivados. O uso de outros reagentes adicionais com função de bloquear, proteger/desproteger, devem ser evitados, pois tais reagentes podem gerar resíduos.

9. Catálise. O uso de catalisadores devem ser planejados para ampliar a eficiência do mesmo, que sejam seletivos e efetivos.

10. Desenho para a Degradação. Os produtos precisam ser preparados para serem degradados inócuos e não persistam no ambiente, após sua função.

11. Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição. Se faz necessário se analisar os processos constantemente para evitar a produção de substâncias nocivas.

12. Química Intrinsecamente Segura para a Prevenção de Acidentes. Se faz necessário pensar sobre as substâncias, como utilizar a mesma e os processos envolvidos para minimizar os resíduos gerados.

Ao analisar os princípios da (QV) pode-se afirmar que as universidades têm o papel de formar profissionais críticos para atuarem em sociedade, devem seguir tais princípios em suas atividades. A partir dessa concepção, a educação está formando pessoas capazes de compreender a importância de se pensar sobre a geração de resíduos e os meios de evitar tal geração sempre que possível.

3.4 Aspectos relacionados à química verde no contexto da formação docente

Almeida *et al.*, (2019) apontam que uns dos grandes problemas da atualidade no meio científico é alavancar a descoberta de novas tecnologias, novos produtos, sem a geração de resíduos tóxicos ou com a menor quantidade possível, para se respeitar os princípios da química verde. Respalando, Saqueto (2015) reflete que os problemas ambientais vêm se alastrando nos últimos anos, por conta do crescimento de atividades industriais, fazendo-se assim, um crescimento na geração de resíduos, sendo assim necessário uma implementação da Química verde (QV) e seus princípios, para se desmontar esse cenário (Saqueto, 2015).

Acerca dessa discussão, consideramos importante a preocupação com impactos de atividades industriais, mas registramos também a urgência de repensar atividades acadêmicas de pesquisa, ensino e extensão em química por um viés mais sustentável, especialmente no tocante à redução e/ou eliminação de resíduos.

Contribuindo para o debate, Eilks e Rauch (2012) observam que o ensino de química deve contribuir para construção de conhecimento substancial no contexto das questões de sustentabilidade, para que os estudantes possam compreender e participar do debate social sobre aplicações e inter-relações da química com as tecnologias, o meio ambiente e, naturalmente, com a sociedade. Nesse sentido, o referido autor ressalta o compromisso educacional de formar cidadãos críticos das questões socioambientais bem como desenvolver habilidades para o debate democrático relativo à adoção de medidas mitigadoras de processos degradadores do ambiente.

Almeida *et al.*, (2019) argumentam que nos últimos anos vêm trabalhando os princípios da (QV), ou seja, buscam reduzir os impactos causados pela geração de resíduos em experimentos, como por exemplo, a adoção de práticas que gerem menos resíduos, mas que possuam a mesma eficiência. Nesse sentido, o ensino não pode ser diferente, o cuidado com o ambiente deve ser papel de todos, assim, as instituições de ensino devem estar preocupadas com a formação de discentes críticos de práticas socioambientais.

Por ser uma ciência experimental, o ensino de Química está interligado a aulas experimentais que buscam a realização de atividades voltadas à compreensão dos estudantes em torno de um fenômeno, um conceito, compreender um princípio teórico (Almeida *et al.*, 2019). Assim, as aulas experimentais podem promover a visão dos estudantes em torno dos princípios da (QV), para assim, ampliar a formação crítica dos estudantes, para que os mesmos possam compreender a importância que é ter com os cuidados em torno do manejo de resíduos (Almeida *et al.*, 2019).

Neste sentido, Saqueto (2015) argumenta que o campo da Química pode desenvolver atividades com produtos químicos, mas sempre pensar em processos que reduzam a geração de resíduos, principalmente os nocivos. A (QV) tem doze princípios fundamentais, dentre eles, temos: a biodegradabilidade, e toxicidade, a eficácia dos produtos gerados, esses princípios devem estar ligados entre si (Saqueto, 2015).

Andrade e Zuin (2021) argumentam que as preocupações em torno do meio ambiente são distantes, mas o conceito em relação a (QV) surgiu no final do século passado, com foco na redução ou eliminação de substâncias químicas nocivas aos seres humanos ou ao ambiente. Os autores apontam que o ensino de (QV) nas

instituições deve estar além de ensinar sobre redução dos resíduos, as aulas devem incluir problematização articuladas com questões socioambientais (Andrade e Zuin, 2021).

Os autores ressaltam, ainda, que a inserção da problematização requer interligação das relações entre ambiente, sociedade e educação. (Andrade e Zuin, 2021). Além disso, os professores podem instigar a formação dos conceitos, procedimental e atitudinal dos discentes para se ter uma ampliação da formação em torno da (QV) (Andrade e Zuin, 2021). Deste modo, Saqueto (2015), Almeida *et al* (2019) e Andrade e Zuin (2021) convergem para o pensamento de que a (QV) deve ser considerada como fundamental para solucionar problemas ambientais vigentes e, para tal, se faz necessário que os cursos de formação estejam preparados para instigar os estudantes a terem uma formação crítica, embasada em problemáticas do dia a dia.

4.0 METODOLOGIA

Utilizamos uma metodologia qualitativa que nos possibilita analisar, interpretar e propor hipótese sobre a importância de se discutir o manejo de resíduos de aulas experimentais na formação dos estudantes e as contribuições da Química Verde na sua concepção sobre a geração de resíduos. A pesquisa foi qualitativa, pois como Gerhardt e Silveira (2009), o trabalho qualitativo não se preocupa com representatividade numérica e sim com o aprofundamento social relacionado à uma organização, que no nosso caso, é a construção de responsabilidade social de licenciandos relacionada ao manejo de resíduos.

Corroborando com as ideias dos autores, Minayo (2001) traz que a pesquisa qualitativa tem como foco questões muito particulares, com um nível de realidade que não pode ser quantificado. A pesquisa qualitativa trabalha com os significados de motivações, atitudes, que correspondem a laços mais profundos das relações, processos que não podem ser quantificados (Minayo, 2001).

Indo de acordo com as ideias de Minayo (2001), Moseri (2003) aponta que a pesquisa qualitativa tem como foco analisar e interpretar os fenômenos, para assim atribuir significados a eles. Deste modo, a pesquisa qualitativa é apropriada para este trabalho, pois analisamos, interpretamos as concepções dos estudantes nas aulas experimentais e as contribuições da Química Verde para a formação crítica dos mesmos.

Enquanto, a natureza da pesquisa se enquadra como básica, pois analisamos as contribuições da Química Verde na formação crítica dos estudantes, com foco em formular hipóteses. Minayo (2001) aponta que na pesquisa básica, o pesquisador busca responder a questões teóricas e metodológicas, testar hipóteses e construir modelos explicativos. Elas são frequentemente utilizadas nas ciências naturais e sociais.

Complementando os apontamentos de Minayo (2001), Gil (1994) argumenta que a pesquisa básica é aquela que tem como objetivo gerar novos conhecimentos, sem aplicação imediata. A pesquisa básica é voltada para o desenvolvimento de inferências, conceitos, buscando a compreensão mais aprofundada de um fenômeno ou problema (Gil, 1994).

Em relação ao objetivo do trabalho, o mesmo foi descritivo, pois como apontam Gil (1994) e Minayo (2001), a pesquisa descritiva busca fazer a descrição de características de um fenômeno. Neste sentido, observamos, analisamos, classificamos e interpretamos as atitudes, procedimentos realizados.

Quanto aos procedimentos do trabalho, foi uma pesquisa participante, que promoveu uma interação entre pesquisador e os participantes da pesquisa (Gil, 1994; Minayo, 2001). Observamos que com a pesquisa participante, tivemos uma maior interação com os estudantes, proporcionando assim, uma melhor concepção da visão do mesmo sobre a geração de resíduos.

Tivemos como questão norteadora: Como a problematização de atividades experimentais com foco na química verde pode auxiliar na construção de conteúdos conceituais e procedimentais associados ao manejo de resíduos? Assim sendo, o presente trabalho proporcionou informações coerentes sobre a percepção e formação socioambiental, crítica, além de compreender como se dá a construção da mobilização dos estudantes nos conteúdos, conceitual, procedimental e atitudinal.

Os participantes da pesquisa foram estudantes que já tiveram ou estavam tendo aulas experimentais que tiverem disponibilidade de um curso de Química-licenciatura de uma Universidade pública do agreste pernambucano, localizado em Caruaru, município de Pernambuco. O campo da pesquisa foi no laboratório de química da própria universidade, com os licenciandos que estavam entre do 6º ao 10º período do curso.

4.1 Instrumentos de construção de dados

A construção de dados foi realizada através de dois instrumentos de pesquisa, observação participante e entrevista semiestruturada.

4.1.1 Entrevista

Através da entrevista semiestruturada, o pesquisador tem a oportunidade de compreender o problema a ser estudado, gerando hipótese, para assim fornecer dados para solucionar a questão problema, com esse instrumento, o pesquisador é

apenas um moderador, que deve apresentar os objetivos da pesquisa ao entrevistado, ser claro nas suas colocações (Minayo, 2001; Gil, 2008). Deste modo, a construção de dados através de entrevista semiestruturada, proporciona concepções mais amplas sobre a visão dos discentes em torno dos resíduos no laboratório de ensino. Assim, durante a entrevista, foi possível construir dados que mostraram se os licenciandos interligam o cuidado com os resíduos a questões voltadas à Química Verde.

4.1.2 Observação Participante

Minayo (2001) e Gil (2008) discutem que uma observação participante se formaliza quando o pesquisador se integra como parte do grupo, interagindo com o grupo, se fazendo parte daquela comunidade, até certo ponto. A observação participante, permite ao pesquisador acesso a todas em torno do grupo de pesquisa, acompanha o comportamento dos observados (Gil, 2008). A observação se deu através da formulação de dois experimentos para que os licenciandos realizassem os mesmo no laboratório de ensino e discutisse sua aplicação através dos princípios da QV e sua interligação ao manejo de resíduos. Sendo assim, essa forma de elaboração de dados proporciona uma reflexão acerca do contexto das aulas experimentais na perspectiva dos envolvidos. Deste modo, a observação permitiu investigar como os licenciandos relacionam as aulas experimentais com a sua formação crítica e reflexiva a questões ambientais, além de proporcionar uma investigação se os discentes mobilizam os conteúdos conceituais e procedimentais articulados com os princípios da (QV).

Às observações se dividiram em dois momentos. No primeiro lugar se realizamos uma discussão sobre os procedimentos adotados para o tratamento dos resíduos gerados em aulas experimentais do laboratório de Química, como por exemplo, a sua identificação e os caminhos necessários para o seu tratamento, essa etapa depende dos resíduos gerados, se for soluções ácidas que precisam ser neutralizadas com bases, soluções que contém íons de Fe^{6+} que podem ser reduzido a íons Fe^{3+} com com sulfato ferroso, no entanto, na natureza em contanto com outros materiais, o resíduos podem voltar a ser íons Fe^{6+} , logo não pode ser descartado, é preciso armazenar tais resíduos.

Assim, com base nessa percepção que nem todos os resíduos são possíveis de serem tratados, introduzidos os princípios da (QV), que podem contribuir para a minimização desses materiais. Além disso, se discutiu sobre a importância do pensar antes da realização do experimento que iria ser gerado com aquela prática, pois após a realização da mesma, com os resíduos gerados, o que se pode fazer é apenas medidas para minimizar os impactos dos resíduos gerados. As ações culminaram com aprofundamento sobre os princípios da química verde e o que os licenciandos compreendiam sobre essa temática. Para ambas as temáticas foram elaborados Powerpoint para contribuir com as discussões em sala de aula.

No segundo momento da observação participante, foram elaborados dois experimentos para que os licenciandos realizassem com base nos princípios da QV, ou seja, os experimentos foram planejados para evitar a produção de resíduos tóxicos com a implementação de materiais alternativos, os roteiros desses experimentos Podem ser visualizados nos apêndices D e E.

Posteriormente, se trabalhou questões do Exame nacional de avaliação dos estudantes (ENADE), que continham relação com o manejo de resíduos e a (QV). Essas questões foram trabalhadas com foco em discutir sobre a importância de se promover uma reflexão em torno do tema, uma vez que o próprio exame que avalia o ensino superior cobra essa formação dos licenciandos.

4.2 Análises dos dados

Para análise dos dados, foi realizada uma análise de conteúdo de Bardin (1977), com categorização e interpretação. Bardin (1977) aponta que o material de campo deve ser tratado de maneira significativa, válidos, para se propor interpretações com base nos dados obtidos. Na mesma linha dos argumentos, Franco (2008) discute que os dados precisam ser classificados e agrupados de acordo com critérios definidos, para assim se ter uma análise apropriada. Para Bardin (1977) existem diferentes fases da análise de conteúdo e as mesmas devem organizar-se em torno de três polos cronológicos:

1. A pré-análise;
2. A exploração do material;
3. O tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

A pré-análise, segundo a autora, é importante para que o pesquisador organize seus materiais, formular seus objetivos e na formulação de indicadores. Desta forma, já nos propusemos a essa formulação, pois analisamos se os licenciandos interligam o cuidado com o manejo de resíduos das aulas experimentais aos princípios da química verde, contemplando a formação reflexiva e crítica e a mobilização dos conteúdos conceitual e procedimental como os mesmos princípios.

Para a exploração de material, se faz necessário formular categorias, pois segundo Bardin (1977), as categorias vêm com o propósito de agrupar os registros para compreender o que se analisa. Por fim, o tratamento dos resultados, que vem com o objetivo de buscar significados para os resultados encontrados, através de uma análise crítica e reflexiva (Bardin, 1977).

5.0 Resultados e discussão

Nesta seção, são abordados os dados encontrados na pesquisa, visando, então, a discussão e compreensão respondendo à questão problema: Como a problematização de atividades experimentais com foco na química verde pode auxiliar na construção de conteúdos conceituais e procedimentais associados ao manejo de resíduos?

5.1 Análise dos dados obtidos da entrevista, da observação e das questões problemas

Com o objetivo de facilitar a análise dos dados em torno da investigação com os discentes foram formuladas categorias, constantes no Quadro 1. Para preservar a identidade dos participantes, os seus nomes foram representados pelas letras do alfabeto, (A, B, C, D, E, F).

Quadro 1- Categorias para análise das entrevistas e da observação participante realizadas com os licenciandos em química.

CATEGORIAS	DESCRIÇÃO DA CATEGORIA
Categoria A:	compreensão acerca do manejo de resíduos.
Categoria B:	articulação entre o manejo de resíduos e a Química Verde.
Categoria C:	construção de conteúdos conceituais e procedimentais acerca do manejo de resíduos e da (QV) a partir da experimentação.

Fonte: O Autor (2023).

Os resíduos têm sido uma problemática para sociedade como um todo. Visto que, por exemplo, os aterros sanitários não são uma solução viável considerando o tempo de meia vida de cada material como, por exemplo, uma sacola de plástico tem um tempo de decomposição de 400 a 1000 anos (Amaral *et al*, 2016). Ou seja, é imprescindível que haja uma reflexão em torno dos nossos produtos tóxicos gerados que geralmente, tem como destino o meio ambiente. Desta forma, a categoria A abordou a compreensão dos graduandos sobre os materiais residuais das aulas práticas considerando os aspectos socioambientais. Consequentemente, objetiva-se investigar a responsabilidade, enquanto cidadão, dos estudantes sobre o seu papel na sociedade.

Por outro lado, a categoria B buscou compreender a percepção de licenciandos sobre a articulação entre a Química Verde e o manejo de resíduos. Ou seja, se os princípios da química verde são abordados como uma forma de contextualizar problemas ambientais oriundos do descarte incorreto de materiais no meio ambiente.

Corroborando, a categoria C buscou investigar a compreensão dos licenciandos sobre os conceitos, os processos envolvendo o manejo, criticidade a

fim de tirar inferências que possam sugerir que eles estão construindo conteúdos conceituais e procedimentais.

Categoria A: compreensão acerca do manejo de resíduos

Para essa questão, fizemos uma análise das respostas obtidas na primeira pergunta das entrevistas: Você se preocupa com os resíduos que são gerados durante a prática, como a quantidade, a toxicidade, os possíveis meios de reaproveitar ou de fazer o tratamento? Assim, obtivemos os seguintes relatos.

*“Sim, e me preocupo, hoje em dia sendo que logo no início no laboratório de geral que o primeiro contato que a gente tem no laboratório eu ainda não tinha muita noção e **preocupação com os resíduos**, era muito fez o experimento joga aí na pia e tá tudo bem”. (A).*

*“Hoje em dia a gente tem que meio que consciência do que a gente usa no laboratório tem que ter meio que a consciência do **descarte correto**, né, porque se não vai ter bastante caso e prestando sempre a atenção na questão da saúde pública como também no meio ambiente isso poderia ser prejudicial depende da quantidade e da substância que for descartada. (B).*

*Geralmente nas práticas a gente acaba diluindo essas substâncias, algumas separando até a professora ou Professor pede para colocar em um recipiente à parte e outras a gente **dilui com água na pia e depois libera**, até hoje eu só pensei nisso mesmo”. (C).*

*“geralmente era um pote de resíduos mesmo... **colocado num recipiente pra**, enfim, o, esqueci o nome dele. **Enfim, para aquela pessoa que é responsável fazer o descarte correto**”. (D).*

*“Eu tento me preocupar ao máximo, desde que eu paguei o laboratório de geral e professora ela tinha bastante preocupação com isso ela sempre ficava pedindo para a gente **anotar sempre que tinha resíduo deixar separado para identificação, para poder ser tratado, eu sempre tive, gerou essa preocupação**”. (E).*

*“Ah, sim, eu inclusive, às vezes eu já cheguei a me questionar, para onde aquilo estava indo.... **Geralmente é sempre o professor que descarta depois**”.* (F).

Observamos pelas falas dos estudantes que há uma preocupação referente tanto ao processo de geração como ao descarte de resíduos. Um outro aspecto que podemos considerar é que no processo formativo de professores de Química desta instituição há reflexões que consideram os malefícios que os produtos finais de atividades laboratoriais tendem a causar ao ecossistema como um todo. Consequentemente, são pontos positivos no processo de formação do professor, porém, não é suficiente, é preciso fazer uma discussão sobre procedimentos do manejo. Por exemplo, o destino dado aos resíduos gerados nas práticas. Pela fala dos estudantes, fica claro que eles não sabem qual será o destino, se passaram por tratamento, isso demonstra que os licenciandos não tem uma percepção clara sobre o tratamento dos resíduos.

Sobre esses aspectos, Reigota (2007) aponta que a problemática ambiental tem desencadeado grandes desafios éticos, sociais e políticos. Assim, consequentemente, sendo um problema epistemológico para os pesquisadores, pois se é questionado o que se produz no meio científico e quais os compromissos assumidos nesse meio para o desenvolvimento sustentável. Deste modo, as reflexões a respeito dos problemas ambientais, que vêm sendo gerados nas últimas décadas, devem ser coletivas, necessitando, assim, de pesquisas transdisciplinares para se chegar a uma resposta ou alternativas com profundidade para solucionar tais problemas (Reigota, 2007).

Gerbase *et al* (2015) apontam que o mau descarte dos resíduos desses produtos químicos está entre os mais graves problemas ambientais. Sendo assim, as instituições de ensino, como formadora de conhecimento, podem contribuir para que os seus discentes sejam capazes de compreender sua responsabilidade na geração de resíduos.

Dando continuidade sobre a sistematização envolvendo a química verde e os resíduos sólidos, os estudantes foram instigados a socializarem seu conhecimento prévio em torno da geração de resíduos durante a observação participante. Tendo como ponto balizador: Resíduos laboratoriais, destinos, males ao meio ambiente, responsabilização, formação crítica de professores e Química Verde. Desta forma,

percebemos a partir dos relatos dos estudantes, uma tomada de atitude; um conhecimento sobre o seu papel enquanto professor no processo de formação de estudantes críticos, reflexivos em torno das questões ambientais. Aspectos esses apresentados nos relatos abaixo.

*“utilizar a mínima possível de matéria prima para a realizar um experimento.... sempre possível **trocar materiais tóxicos por outros menos tóxicos**”. (A).*

*“Realizar o descarte correto para **minimizar os riscos ao meio ambiente**” (B).*

*“**Reutilização dos resíduos para realizar novos experimentos.... diminuir a concentração de algumas substâncias de forma que se possa realizar o mesmo experimento com menos resíduos**”. (C).*

*“**buscar soluções para esses resíduos, seja o reuso, descarte ou armazenamento**”. (D).*

O licenciando (A), a partir da atividade proposta nesta pesquisa, demonstrou ter construído conhecimento sobre o manejo de resíduos, quando sugere a redução nas quantidades de reagentes para execução de uma atividade experimental. Também, propõem a substituição de materiais por outras substâncias com menor impacto ao meio ambiente. coerente com o que propõem campos e Borba (2016) acerca da necessidade de um plano de gestão de resíduos em laboratórios de ensino, com o intuito de incentivar a redução da produção de resíduos nas aulas experimentais. Visto que, é de fundamental importância no processo de formação inicial de professores, por exemplo, abordagens que impliquem no despertar crítico para as questões socioambientais, que possivelmente lembrem de não ser afirmativo a uma prática docente que venha contribuir para a formação cidadã dos seus estudantes.

Por outro lado, C e D refletiram sobre a possibilidade de reutilizar os resíduos a partir de tratamentos específicos, ou mesmo trabalhar com menores proporções, considerando volume ou massa. Sobre esses aspectos, Gerbase *et al* (2015) apontam que, ao longo dos anos, os departamentos e institutos de química, como os demais locais que trabalham com produtos químicos vêm sendo questionados sobre

o tratamento e posicionamento do descarte de resíduos gerados. Pois, as instituições de ensino, como geradora de conhecimento, necessitam ter um foco maior em relação ao descarte desses resíduos, com políticas institucionais claras, que venham possibilitar o tratamento do material gerado, no entanto, a maior parte dos resíduos gerados em esferas educacionais são guardados em locais impróprios esperando um destino final, ou são descartados na pia do laboratório (Gerbase *et al*, 2015).

Além disso, nas últimas décadas, a legislação brasileira vem ampliando as leis para se ter um controle do descarte indevido de produtos químicos, sendo assim, as instituições de ensino também precisam ser adaptadas às exigências com o passar do tempo. Deste modo, Gerbase et al (2015) apontam que o descarte irregular dos resíduos de produtos químicos está entre os mais graves problemas ambientais. Sendo assim, as instituições de ensino, como formadora de conhecimento, podem contribuir para que os seus discentes sejam capazes de compreender sua responsabilidade na geração de resíduos, pois as instituições estão além de realizar publicações, patentes, as mesmas são fundamentais para que os estudantes compreendam que, paralelamente, se faz necessário pensar que está se gerando resíduos, que em muitos momentos precisam ser tratados antes de serem enviados para o local adequado.

Categoria B- articulação entre o manejo de resíduos e a Química Verde.

Para análises dessa concepção, levamos em consideração as percepções dos licenciandos sobre as respostas obtidas na questão 3 da entrevista: “Na sua formação, já ouviu falar em Química verde?” E, posteriormente, com base nas discussões e nas observações da atividade proposta. Assim, inicialmente, obtivemos os seguintes relatos:

A química verde, não, assim, eu sei o que é que no caso seria justamente a consciência do uso do descarte do resíduo de ter a consciência da quantidade que você está utilizando essas coisas assim”. (A).

*“A gente pode citar o tratamento do resíduo, né, como também não sei o **descarte** da diluição, como por exemplo se for um ácido, você necessariamente teria que **diluí-lo antes de descartar, mas o que acho que só sei esse**”. (B)*

*“**Não**, o que estudei de química verde foi na escola no terceiro ano, que nem foi uma professora de química, ela deu um texto para a gente ler e responder algumas questões. (C).*

Só na eletiva, mas nas demais cadeiras obrigatórias, não.... que é sobre a questão da preocupação que a gente tem que ter sobre o desperdício”. (D).

*“Sei o básico, como deve ser descartado, como não ser tão prejudicial ao meio ambiente **Tem um estudo, né? Para cada tipo de resíduo, como ele, como é a forma certa do descarte dele, mas aprofundado, eu não sei**”. (E)*

*“Sei, é basicamente, pelo que eu entendo de manejo de resíduos, seria **você pega o resíduo de uma prática, e você manejar ele para poder separar depois tratar cada resíduo** daquele ou reaproveitar dependendo do que for e descartada ali da prática”. (F).*

Com base nas falas dos licenciandos, pudemos inferir que as discussões em torno da Química Verde, tanto nas aulas práticas como nas teorias, são raras. Corroborando, observamos, a partir dos relatos dos estudantes, que não há um consenso sobre a temática investigada, visto que há uma tendência de relacioná-la ao descarte correto de resíduos. Desta forma, não apresentam uma visão significativa da (QV). Sobre essa percepção, Saqueto (2015) argumenta que a partir da compreensão dos princípios da (QV), os licenciandos tendem a refletirem sobre como abordar, de forma contextualizada, as atividades práticas laboratoriais.

Nessa mesma linha de pensamento, Andrade e Zuin (2021) alicerçam que com base nos princípios da (QV), os estudantes têm a oportunidade de poder associá-la a práticas construtivas, metodologias que impliquem na redução de impactos ambientais. Assim, os discentes estão tendo na sua construção de aprendizagem uma visão mais crítica.

Complementado, Eilks e Rauch (2012) observam que o ensino de química deve contribuir para construção de conhecimento substancial no contexto das questões de sustentabilidade, para que os estudantes possam compreender e participar do debate social sobre aplicações e inter-relações da química com as tecnologias, o meio ambiente e, naturalmente, com a sociedade. Nesse sentido, o referido autor ressalta o compromisso educacional de formar cidadãos críticos das questões socioambientais bem como desenvolver habilidades para o debate democrático relativo à adoção de medidas mitigadoras de processos degradadores do ambiente.

Dando prosseguimento, foi realizada uma ação contextualizada envolvendo a temática (QV) associada à geração de resíduos. Assim, a discussão em torno do manejo de resíduos buscou instigar os licenciandos sobre questões em torno de geração, manejo e destinos de materiais residuais e articulação com a Química Verde.

Assim, socializamos com os discentes os procedimentos que envolvem essa prática, tais como: a identificação do material, uma vez que em alguns casos ocorrem a mistura de soluções gerados reações e resultados em outros resíduos formados. Em seguida, discutimos sobre a escolha do recipiente em que são armazenados os reagentes de um laboratório. Podendo ser de plástico, vidro e metal e os critérios de escolha de cada recipiente depende do tipo de resíduo formado. Posteriormente, se discutimos sobre as especificidades de cada tratamento, tendo em vista que cada produto tem forma de se tratar e a posteriori, se fez uma ligação dos resíduos que são gerados com a (QV), enfatizando que seria possível se ter uma redução dos materiais gerados nas aulas experimentais se tais preceitos fossem utilizados.

Corroborado, com o intuito de abordar a responsabilização da sociedade, (universidade e profissionais) com os seus resíduos, a segunda fase desta ação aconteceu a partir de experimentos em que buscou enfatizar que seria possível a realização de práticas experimentais com a utilização de materiais alternativos. O primeiro experimento foi a realização de uma titulação em que se utilizou polpa de frutas ácidas para serem tituladas com (NaOH). Possibilitando, assim, fazer uma prática englobando os princípios da (QV). Visto que não possibilitou a geração de produtos tóxicos e nem se fez uso de ácidos, uma vez que os solos estão cada vez mais acidificados. O outro experimento foi a produção de biodiesel através de reuso

de óleo de cozinha. Essa prática tentou instigar os estudantes sobre as consequências do descarte incorreto de materiais gerados. Desta forma, os experimentos realizados, conseguiram interligar os conceitos, os procedimentos aos pensamento reflexivo em relação a geração de resíduos proposto pelos princípios da (QV).

A fase três da atividade investigativa abordou questões do ENADE 2017, este tem como foco a análise sociocientífica, uma vez que o mesmo envolve diferentes áreas de conhecimentos para se favorecer a formação integral do cidadão (Souza e Gehlen, 2017). Pois, objetivamos associar o conteúdo investigado, nesta pesquisa, com questões pertinentes a formação de professores de Química. Assim, a questão 01 fez a seguinte abordagem:

Química verde pode ser definida como o desenho, o desenvolvimento e a implementação de produtos químicos e processos para reduzir ou eliminar o uso ou geração de substâncias nocivas à saúde humana e ambiente. Considerando os princípios da Química Verde, avalie os conceitos apresentados a seguir.

- I. Concepção de processos para maximizar a conversão de matéria-prima em produto.
- II. Prioridade da utilização de matérias-primas e fontes de energia abundantes em relação às renováveis.
- III. Realização de reações em solução com máxima diluição possível, com vistas à redução de riscos associados a altas concentrações de solutos.
- IV. Concepção de processos de eficiência energética.

É correto apenas o que se afirmar em:

- A) I e IV.
- B) II e III.
- C) II e IV.
- D) I, II e III.

E) I, III, IV.

Durante a discussão para responder à pergunta acima, os estudantes demonstraram ter uma construção dos princípios da (QV) interligadas aos resíduos gerados, como podemos observar nos relatos abaixo.

A afirmação IV está certa, já que temos que gastar menos energia, ter consciência e a I também, temos que pensar na maior produção de produtos sem a geração de outros materiais (A).

Acho isso também A, já que quando falamos em Química Verde, estamos pensando em gerar menos resíduos e menos gastos. (B).

Também acho, e a relação de utilização de energia mais abundante, faz sentido. (C)

Essa parte sim, mas em relação às renováveis não, pois o que queremos é causar menos impactos ao ambiente, como faremos isso utilizando energia mais abundantes, se fosse assim, não pensaríamos em energias renováveis para substituir as não renováveis. (D)

Concordo, acho que estamos pensando em realizar experimento que forme mais produtos com menos energia. (E)

Os graduandos (A), (E), (D) e (E) compreenderam que a Química Verde traz em seus princípios buscar processos de maximizam a conversão de matéria-prima em produtos, assim evitando a produção de subprodutos para a redução de resíduos indesejados e em relação de processos de eficiência energética, promovendo uma preocupação sobre o cuidado com as quantidades de energia a ser consumida.

Em relação a estudante (C), demonstrou compreensão sobre a importância de eficiência energética, sua preocupação com o uso dessa energia, no entanto, não compreendeu a importância da utilização de materiais renováveis em relação aos não renováveis A partir dessa análise, podemos compreender que os licenciandos

demonstraram uma reflexão, conseguindo dar significado aos conceitos associados à (QV), no entanto, ainda se faz necessárias discussões mais abrangentes sobre o tema em sala de aula.

Dando seguimento às questões do (ENADE), a questão 2 abordou o seguinte contexto:

John Warner e Paul Anastas, membros da agência ambiental norte-americana Environmental Protection Agency (EPA), definiram a Química Verde como sendo o “desenvolvimento de produtos químicos e processos que buscam a redução ou eliminação do uso e da geração de substâncias perigosas”. Entre os objetivos da Química verde estão: Redução de consumo de energia; Redução dos dejetos (materiais que são descartados na natureza); Redução da toxicidade; Redução do uso de fontes não renováveis; Redução dos riscos de poluição ao meio ambiente e Redução do uso de matéria-prima. Nesse contexto, apresente pelo menos três procedimentos realizados nas atividades experimentais que busquem atender a esses objetivos.

Durante a discussão a respeito desta questão se observou um desenvolvimento de reflexão por parte dos licenciandos como mostram os relatos abaixo:

*Como estamos falando dos princípios da Química Verde, pode ser a busca por **reagentes menos tóxicos**. (B)*

*Isso, outro poderia ser a questão de pensar sobre **a quantidade do reagente utilizado**, talvez se pensando na diluição deles. (D)*

*Também poderia se pensar em **práticas que não precisem do uso de energia**. (E)*

Ao analisarmos os relatos dos licenciandos, podemos notar uma construção em relação ao seu conhecimento sobre os princípios da (QV), já que eles conseguem propor caminhos para a minimizar a produção de resíduos gerados.

Assim, os licenciandos vão de acordo com o que aponta Almeida *et al* (2019), que a (QV) busca reduzir os impactos causados pela geração de resíduos em experimentos, como por exemplo, a adoção de práticas que gerem menos resíduos, mas que possuam a mesma eficiência.

Dando continuidade às discussões gerados a partir de questões do (ENADE), a questão aborda o assunto da seguinte forma:

Sabemos que, no Brasil, são geradas milhares de toneladas de resíduos diariamente, porém, esses mesmos resíduos não são percebidos como uma significativa preocupação ambiental pela nossa sociedade. Essa problemática quase sempre é evitada até o momento em que se acarretam ameaças, iniquidades e problemas ambientais mais graves às pessoas que estão diretamente ligadas a esse contexto, tais como as populações que habitam o entorno de áreas degradadas, a exemplo daquelas onde a deposição de resíduos se apresenta potencial e efetivamente com altos níveis de poluição e contaminação. Para retratarmos diretamente o problema dos resíduos químicos especificamente, devemos considerar que a Química é uma das ciências que mais trouxe benefícios para a sociedade nos últimos tempos. Entretanto, um dos questionamentos mais graves relacionados ao uso inadequado da química refere-se aos danos e riscos ambientais causados pela geração de resíduos.

PENATTI, E. F. GUIMARÃES, S. T. L. SILVA, P. M. II Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade, USP, São Carlos, 2008. p. 107.

Considerando a necessidade urgente de Instituições de Ensino Superior que sediam aulas práticas de Química possuírem um programa de gerenciamento de resíduos, elabore um texto dissertativo contemplando atitudes

efetivas para a solução do problema em questão, tendo como embasamento os três questionamentos abaixo.

- a) O que você entende por resíduos químicos?
- b) Qual o grau de importância do gerenciamento de resíduos para o meio ambiente?
- c) Quais os tipos de resíduos que o gerenciamento deve contemplar?

Após a apreciação dos textos produzidos pelos licenciandos, obtivemos os seguintes fragmentos:

*É importante, pois se não houvesse o gerenciamento muitos dos resíduos tóxicos ou que agredem o meio ambiente poderiam ser descartados de qualquer maneira e com um gerenciamento, como também, **uma consciência do malefício** dessa ação, pode-se prevenir muitos desastres. (A)*

*Resíduos seriam os produtos dos experimentos realizados em um laboratório que **podem ser reaproveitados** em outro experimento... porém, muitos laboratórios não têm um gerenciamento adequado. Nesse sentido, **faz-se preciso esses debates na formação de profissionais de forma que eles consigam compreender a importância do gerenciamento de resíduos.** (C)*

*Ao tomar-se como base que, para que se tenha-se uma graduação efetiva em um curso de química, é necessário que os respectivos discentes ... tenham cuidado com a geração de resíduos, **elaborando experimentos que gerem a menor quantidade de resíduos possíveis, que tenham a menor toxicidade ou que possam ser reutilizado.** (D)*

Ao analisarmos as respostas dos licenciandos, podemos notar uma reflexão em torno do gerenciamento de resíduos, pois eles apontam caminhos para contribuir com a minimização desses materiais e com as consequências do descarte incorreto para o meio ambiente. Desta forma, as respostas estão de acordo com o que afirma Gerbase *et al* (2015) apontam que o mau descarte dos resíduos desses produtos

químicos está entre os mais graves problemas ambientais. Sendo assim, as instituições de ensino, como formadora de conhecimento, podem contribuir para que os seus discentes sejam capazes de compreender sua responsabilidade na geração de resíduos.

Desta forma, analisamos uma criticidade nas respostas do graduandos a respeito do gerenciamento de resíduos, ou seja, é possível a analisar uma construção de responsabilidade por parte dos discentes em relação ao gerenciamento dos resíduos

Categoria C- Construção de conteúdos conceituais e procedimentais acerca do manejo de resíduos a partir da experimentação.

A construção de conceitos na visão de Zabala (1998), acontece quando a pessoa consegue promover uma argumentação dos conceitos apresentados e não apenas uma simples reprodução do que foi apresentado a ele, e, que a construção de conteúdos procedimentais o estudante se promove quando o estudante realiza as atividades.

Para essa categoria, analisamos as falas dos licenciandos durante a realização dos experimentos que tiveram como objetivo possibilitar uma reflexão na formação dos graduandos sobre a possibilidade de realizar práticas com reagentes alternativos, com foco em prevenir a geração de resíduos tóxicos. Assim, observamos os seguintes relatos;

*“A gente vai fazer a titulação com polpa, é uma prática interessante... não tinha passado por minha cabeça fazer uma prática assim, **geralmente é só com os materiais do laboratório**” (A).*

“a gente vai fazer a produção de biodiesel utilizado metanol, mas eu e A estava pesquisando aqui e vimos que é possível substituir o metanol, se for para produzir em grande escala” (B)

*“**Aí a gente pesquisou e descobriu que poderia usar reagente que é mais eficiente, seria mais rentável**”. (C).*

“Achei a ideia de usar o óleo já utilizado bacana, já que é um material que temos em casa, mas acho que teríamos a formação de um produto puro, então não sei bem”. (D).

“No caso, o que a gente forma dessa reação, o resíduo é menos tóxico, assim essas práticas são mais ambientais” (E).

A partir das falas dos graduandos, podemos observar que durante a experimentação houve um envolvimento da preocupação em torno dos materiais utilizados e dos resíduos gerados, uma vez que os licenciandos A e B se preocuparam com o reagente que seria utilizado e pesquisaram substituintes para esses materiais. Além disso, se nota uma preocupação com relação ao meio ambiente na fala do discente (E).

Com base nesse cenário, Freitas, Santos e Bedin (2021) argumentam que a aprendizagem conceitual abrange a maior parte das atividades realizadas pelos estudantes no ensino de Química, podendo citar os fenômenos químicos, físicos dentre outros. Entretanto, para se ter a aprendizagem desses conceitos, e, se caracterizar como uma aprendizagem conceitual, o professor precisa instigar a curiosidade dos discentes, para que os mesmos compreendam tais conceitos no processo de aprendizagem, para assim estimular a ampliação dos seus conhecimentos (Freitas; Santos e Bedin, 2021).

No decorrer da intervenção no laboratório, se observou que os licenciandos têm um certo domínio quanto a conceitos e procedimentos, no entanto, os mesmos estão muito habituados a receberem um roteiro e seguirem apenas o que está descrito nele, se limitando a não pensar nos procedimentos como algo contínuo durante a realização de um experimento, além disso, como em muitos casos os materiais já se encontram separados na bancada, os mesmos apenas seguem as instruções do roteiro. Assim, essa sequência mecanizada, em muitos casos desvincula a prática com a conceituação da prática, pois os discentes não interligam os experimentos com a parte teórica. Após a aula no laboratório, se notou uma mobilização por parte dos estudantes para entenderem os procedimentos envolvendo os experimentos e devolver a sua construção de conteúdo conceitual em cada momento da prática.

Nessa perspectiva, Zabala (1998) discorre que só podemos dizer que aprendemos algum conceito quando somos capazes de situar os fatos em um contexto mais amplo e não apenas fazendo uma mera repetição do conceito visto. Sendo assim, quando conseguimos explicar o conceito aprendido em qualquer atividade e não apenas reproduzir com exatidão a definição de maneira estereotipada, ou seja, quando conseguimos interpretar, compreender o conceito em um contexto mais amplo, temos a aprendizagem em desenvolvimento, que vai muito além da reprodução de enunciados (Zabala, 1998).

Neste sentido, podemos afirmar que os licenciandos tiveram uma reflexão sobre a importância dos princípios da (QV) na redução da geração de resíduos. Aspectos esses positivos, pois esta atividade instigou a possibilidade de os estudantes serem cidadãos mais preocupados com o meio ambiente.

Dando continuidade à pesquisa, após a realização dos experimentos os estudantes demonstraram estarem mais cuidadosos em relação ao manejo dos resíduos gerados. Assim, a pesquisa os instigou a serem mais reflexivos com os problemas socioambientais que o descarte incorreto pode provocar. Portanto, podemos observar esse posicionamento nas falas dos discentes após os experimentos.

Pronto, já temos a titulação, já que só usamos base e neutralizou, podemos colocar na pia. (C).

Isso, como é uma titulação e está neutra, a gente pode descartar na pia. (A).

Também acho, só utilizamos o ácido da fruta não terá problemas ambientais, já que não estamos trabalhando com ácido como reagente. (D).

Também acho que podemos descartar diretamente, já que não tem reagentes que vão prejudicar o ambiente (B).

Observamos que eles discutem entre eles o que deve ser feito com os resíduos, que no caso, poderia ser descartado na pia e quais os motivos de se pode fazer esse descarte. Neste sentido, analisamos uma construção dos procedimentos dos discentes em relação ao manejo, pois eles se preocuparam com o que havia

sido gerado e se poderia ter ou não o descarte de imediato na pia do laboratório. Zabala (1998), a formação de procedimento por parte dos discentes, se dá pelo fato dos graduandos se preocuparem com os resíduos gerados.

Corroborando, ainda podemos ver uma construção na formação de conceitos pelos graduandos, pois eles compreenderam que a neutralidade dos produtos gerados, não irá causar danos socioambientais. Nesta perspectiva, Zabala (1998) discute que só podemos afirmar que os estudantes compreenderam um conceito quando o mesmo é capaz de reformular o que compreendeu com suas próprias palavras e, não apenas repetir o que foi posto a ele. Assim, é possível observar o caminho para essa formação conceitual.

A partir desta observação, se pode aferir que os licenciandos tiveram uma reflexão sobre a geração de resíduos nas aulas experimentais, possibilitando assim, uma reavaliação das suas atitudes durante a realização de experimentos.

6.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A problematização do ensino de química, por exemplo, considerando a geração de resíduos associado a Química Verde é uma possibilidade para promover a formação inicial de professores reflexivos e críticos relacionados aos aspectos socioambientais. Assim, esta pesquisa busca contribuir para as pesquisas voltadas para a área.

Desta forma, este trabalho objetivou analisar as implicações da implementação da química verde na construção de conteúdos conceituais e procedimentais associados ao manejo de resíduos em um curso de licenciatura em química do Agreste pernambucano. A construção de dados se deu através de três fases: inicialmente, realizamos uma entrevista semiestruturada para compreendemos a visão deles acerca do manejo dos resíduos e os princípios da (QV), posteriormente se realizou uma discussão em grupo com as temáticas geração de resíduos e (QV) e sua interligação e por últimos uma atividade experimental abordando tais princípios.

De acordo com os dados, observamos que as discussões em torno da geração de resíduos têm sido atreladas às aulas experimentais. No entanto, no que tange aos princípios da química verde, ainda é superficial a visão e a prática no

curso de licenciatura investigado. Entretanto, verificou-se que há uma certa preocupação por parte dos estudantes sobre manuseio, reciclagem e descarte correto de materiais oriundos das aulas práticas para a formação cidadã.

Desta forma, o processo investigativo associando conceitos de química com a QV possibilitou uma ampliação de metodologias diversas que podemos utilizá-las na sala de aula. Além disso, ao associá-las, por exemplo, à responsabilização das instituições de ensino e aos professores no endereçá-las de formas corretas, estaremos contribuindo tanto para promoção de um ambiente saudável, consequentemente, para formação de um profissional humano cidadão.

Assim, na categoria A que abordou sobre o manejo de resíduos, observamos que os graduandos mostraram compreender a cerca desta temática. Desta forma, a atividade investigativa contribuiu para a formação crítica dos graduandos em relação ao manejo de resíduos e as questões socioambientais que envolve tal prática.

Em relação a categoria “articulação entre o manejo de resíduos e a Química Verde” podemos concluir que os licenciandos não tinham uma visão de articulação sobre os temas, pois, segundo as falas deste, a temática (QV) não é muito abordada durante o curso. Entretanto, após observamos as falas dos licenciandos, após a intervenção houve uma reflexão sobre a importância da articulação entre os temas para a redução dos resíduos gerados. Neste sentido, Andrade e Zuin (2021) argumentam que essa articulação proporciona uma formação mais cidadão em torno socioambiental, e, concordamos com os autores, acreditamos que os cursos de formação inicial podem possibilitar uma formação crítica, pleiteado na redução de resíduos gerados em aulas experimentais.

Por fim, em relação à última categoria “construção de conteúdos conceituais e procedimentais acerca do manejo de resíduos a partir da experimentação” podemos concluir que os licenciandos tiveram uma construção na compreensão dos conteúdos abordados na atividade investigativa, além de uma preocupação em relação aos procedimentos em relação a redução de resíduos que podem ser gerados.

Desta forma, acreditamos que este trabalho irá contribuir com discussões em torno da formação dos graduandos em Química, em relação a problematização da

(QV) na construção de conteúdos conceitual e procedimental interligados ao manejo de resíduos. Neste sentido, o estudo mostrou que a abordagem dessa concepção nas aulas experimentais, pode contribuir para uma reflexão mais crítica por parte dos licenciandos em relação às consequências da geração de resíduos ao meio ambiente.

Além disso, temos a percepção que a ampliação das discussões em torno da química interligada ao manejo de resíduos pode contribuir para a formação de professores mais participativos na responsabilidade sobre o tema.

REFERÊNCIAS

ABREU, M.A. Reciclagem do resíduo do cromo da indústria do cardume como pigmento cerâmico. 2006. Tese (doutorado)- escola politécnica da universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1977, 225 p.

CARVALHO, I.C.M.; FARIAS.C.R.; PEREIRA.M.V. A missão “ecocivilizatória” e as novas moralidades ecológicas: a educação ambiental entre a norma e a artinormidade. **Ambiente & sociedade**. Campinas, v. XIV, n.2, p. 35-49, 2011.

EILKS, I.; RAUCH, F. Sustainable development and green chemistry in chemistry education. *Chem. Educ. Res. Pract.* v.13, p. 57–58, 2012.

GERBASE, A.E.; COELHO, F.S.; MACHADO, P.F.L.; FERREIRA, V.F.
Gerenciamentos de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa.
Química Nova. Vol. 28, n. 1, 3, 2005.

GIL, A.C. Método e técnica de pesquisa social. São Paulo. **Editora Atlas**. 2008.

MINAYO, M. C. S. Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade. 18 ed. Petrópolis:
Vozes, 2001.

MORESI, E. **Metodologia da Pesquisa**. Brasília. 2003.

OLIVEIRA, A.C.R.; BRAGA, M.C.B.B.; VILLARDI, J.R.W.; KRAUSS, T.M.
Gerenciamento de resíduos em laboratórios de uma universidade pública brasileira:
um desafio à saúde ambiental e à saúde do trabalhador. **Saúde debate**, v.43, n.3,
p.63-77, 2019.

PRADO, A. G. Química verde, os desafios da química do novo milênio. **Química Nova**. v.26, n.5 p.738-744, 2003.

REIGOTA, M. A. D. S. Ciência e Sustentabilidade: a contribuição da educação ambiental. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**. Campinas, v.12, n.2, p.219-232, 2007.

SILVA, F. M. D.; LACERDA, P. S. B. D.; JONES JUNIOR, J. Desenvolvimento sustentável e química verde. **Química Nova**. v.28, n.1 p.103-110, 2005.

SILVEIRA, W. P. O.; BEDIN, E. Aprender pela pesquisa centrada no aluno: um movimento para desenvolver os conteúdos atitudinais, procedimentais e conceituais. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**. v. 5, n. 1, p. 620-643, 2022.

SOUSA, Y. K.; OLIVEIRA, R. C. B.; SOUZA, A. N de. Inserção do manejo de resíduos químicos na formação inicial de professores de química e suas implicações na construção de responsabilidade socioambiental. **Debates em Educação**, v.14, p. 128-153, jan/abr. 2022.

SOUZA, J.V.T.M.; MASSOCATTO, C.L.; DINIZ, K.M.; TARLEY, C.R.T.; CAETANO, J.; DRAGUNSKI, D.C. Adsorção de cromo (III) por resíduos de laranja in natura e quimicamente modificados. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**. v. 33, n. 1, p. 03-16, 2012.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. 1 ed. Porto Alegre: Artmd, 1998, p. 224.



Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Centro Acadêmico do Agreste – CAA



APÊNDICE A: ENTREVISTA COM OS LICENCIANDOS

1. Você se preocupa com os resíduos que são gerados durante a prática, como a quantidade, a toxicidade, os possíveis meios de reaproveitar ou de fazer o tratamento?
2. Você saber o que é manejo de resíduos? conhece algum procedimento envolvido no manejo de resíduos? Qual?
3. Na sua formação, já ouviu falar em Química verde?
4. Se sim, qual a importância dessa prática nas aulas experimentais?
5. Nas aulas experimentais existe a preocupação com a construção de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais em relação ao manejo de resíduos? essa preocupação ajuda na construção do seu pensamento em torno da Química Verde?



Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Centro Acadêmico do Agreste – CAA



APÊNDICE B: SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Quadro 1: Sequência didática

Tema: Resíduos gerados em aulas experimentais

Título: Os princípios da Química verde: suas contribuições para problematizar o manejo de resíduos em aulas práticas em um curso de química do agreste de Pernambuco.

Problemática: Geração de resíduos em aulas experimentais: Qual o destino dos resíduos gerados em aulas experimentais de Química? De quem é a responsabilidade em torno do manejo desses resíduos?

Público-alvo: Estudantes regularmente matriculados do 6º ao 10º período de um de curso de Química licenciatura de uma instituição pública do agreste pernambucano.

Duração: 180 minutos

Conteúdos/Conceitos:

- Abordagem sobre os princípios da Química verde e sustentabilidade
- Abordagem sobre manejo de resíduos.
- Tratamento de resíduos.

Objetivo geral:

- Compreender a importância do manejo de resíduos em aulas experimentais.

Objetivos específicos:

- Identificar resíduos de atividades experimentais
- Compreender a sua responsabilidade em relação ao manejo de resíduos;
- Compreender as contribuições da Química verde com foco na sustentabilidade;
- Entender a importância da problematização das práticas experimentais na formação crítica.

Metodologia:**1º momento (10 minutos)**

Primeiramente será feita a apresentação sobre a atividade que será realizada com eles, quais são os objetivos e metas a serem atingidas e quais suas consequências em relação a aprendizagem mútua.

2º momento (20 minutos)

Com as explicações em torno da aula, será feito uma discussão sobre o que é química verde, já escutaram falar? Se sim, quais seus princípios? Buscando assim, formar uma discussão com os estudantes para compreender a sua visão em torno do manejo de resíduos relacionado aos objetivos da Química verde, para instigar a criticidade dos alunos acerca dos resíduos que eles estão gerados nas aulas experimentais e como é importante para eles desenvolverem uma visão socioambiental correlacionados ao tema.

3º momento (20 minutos)

Serão abordados os conceitos da Química verde e suas contribuições para a minimização da geração de resíduos nas aulas experimentais e as consequências do não planejamento dos resíduos gerados em aulas experimentais.

4º momento (10 minutos)

Elaboração e realização de experimentos com foco na Química Verde

Recursos didáticos:

- Notebook;
- Internet;
- Datashow;
- Google Apresentações;
- Materiais do laboratório.

Avaliação:

A avaliação será progressiva, os estudantes irão participar das discussões em sala de aula, execução das atividades propostas e realização dos experimentos no laboratório.

Referências:

ABREU, M.A. Reciclagem do resíduo do cromo da indústria do cardume como pigmento cerâmico. 2006. Tese (doutorado)- escola politécnica da universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

GERBASE, A.E.; COELHO, F.S.; MACHADO, P.F.L.; FERREIRA, V.F. Gerenciamentos de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. **Química Nova**. Vol. 28, n. 1, 3, 2005.

GIOVANNINI, J.G.; TAVARES, G.A.; BENDASSOLLI, J.A. avaliação das técnicas de precipitação química e encapsulamento no tratamento e destinação conjunta de resíduos líquidos contendo cromo e vidrarias de laboratório. **Química Nova**, V. 31, N. 3, p. 676-679, 2008.

OLIVEIRA, A.C.R.; BRAGA, M.C.B.B.; VILLARDI, J.R.W.; KRAUSS, T.M. Gerenciamento de resíduos em laboratórios de uma universidade pública brasileira: um desafio à saúde ambiental e à saúde do trabalhador. **Saúde debate**, v.43, n.3, p.63-77, 2019.

Google Apresentações. Disponível em: <<https://docs.google.com/presentation>>. Acesso em 01 de fevereiro de 2023.

Fonte: Própria, 2023.



Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Centro Acadêmico do Agreste – CAA



APENDICE C:QUESTÕES SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS E A QUÍMICA VERDE

1.(ENADE, 2017). Questão 01. Química verde pode ser definida como o desenho, o desenvolvimento e a implementação de produtos químicos e processos para reduzir ou eliminar o uso ou geração de substâncias nocivas à saúde humana e ambiente.

LENARDÃO, E. J. et al. Green chemistry: os 12 princípios da Química Verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Quim. Nova*, vol. 26, n.1, 123-129, 2003. (adaptado).

Considerando os princípios da Química Verde, avalie os conceitos apresentados a seguir.

- I- Concepção de processos para maximizar a conversão de matéria-prima em produto.
- II- Prioridade da utilização de matérias-primas e fontes de energia abundantes em relação às renováveis.
- III- Realização de reações em solução com máxima diluição possível, com vistas à redução de riscos associados a altas concentrações de solutos.
- IV- Concepção de processos de eficiência energética.

É correto apenas o que se afirmar em:

- A. I e IV.
- B. II e III.
- C. II e IV.
- D. I, II e III.
- E. I, III, IV.

2. (ENADE) Questão 2. John Warner e Paul Anastas, membros da agência ambiental norte-americana Environmental Protection Agency (EPA), definiram a Química Verde como sendo o “desenvolvimento de produtos químicos e processos que buscam a redução ou eliminação do uso e da geração de substâncias perigosas”. Entre os objetivos da Química verde estão: Redução de consumo de energia; Redução dos dejetos (materiais que são descartados na natureza); Redução da toxicidade; Redução do uso de fontes não renováveis; Redução dos

riscos de poluição ao meio ambiente e Redução do uso de matéria-prima. Nesse contexto, apresente pelo menos três procedimentos realizados nas atividades experimentais que busquem atender a esses objetivos.

3.(IFBA, 2014) Química Verde é uma nova visão do problema ambiental e considera que, fundamentalmente, é preciso buscar uma alternativa que evite ou minimize a produção de resíduos, em detrimento do tratamento do resíduo no fim da linha de produção. Dentre os princípios da Química Verde, aquele que combate o uso de grupos bloqueadores, proteção/desproteção, modificação temporária por processos físicos e químicos, porque podem gerar resíduos é:

- A. Economia de Átomos.
- B. A Busca pela Eficiência de Energia.
- C. O Uso de Fontes Renováveis de Matéria-Prima.
- D. Evitar a Formação de Derivados.
- E. Análise em Tempo Real para a Prevenção da Poluição.

4. As práticas experimentais são cruciais para a formação acadêmica, pois possibilitam a teorização na prática, no entanto, a depender da prática realizada, se tem a formação de resíduos que não podem ser descartados por conta de toxicidade. Com base nesses problemas, a Química Verde foi criada, com foco em pensar a realização de experimentos que não gerem ou que gerem a menor quantidade possível de resíduos. Com base nessa percepção, indiquem quais pensamentos o docente deve ter antes da realização do experimento:

- I. Pensar em reagentes que possibilitem a reação dos experimentos com agilidade, como o aumento da concentração das soluções.
- II. Observar quais serão os resíduos gerados com a prática, caso sejam tóxicos se pensam em práticas alternativas se possível ou reduzir ao máximo a produção desses resíduos.

- III. Diluir se possível os reagentes, pois assim, estaria reduzido a quantidade de reagente utilizado.
- IV. Buscar a realização de experimentos com a utilização de chapa de aquecimento ou agitador, pois farão com que a reação aconteça mais rápido.

É correto apenas o que se afirmar em:

- A. I e III.
- B. II e IV.
- C. I e III.
- D. III e IV.

5. (ENADE, 2011). Questão discursiva 3. Sabemos que, no Brasil, são geradas milhares de toneladas de resíduos diariamente, porém, esses mesmos resíduos não são percebidos como uma significativa preocupação ambiental pela nossa sociedade. Essa problemática quase sempre é evitada até o momento em que se acarretam ameaças, iniquidades e problemas ambientais mais graves às pessoas que estão diretamente ligadas a esse contexto, tais como as populações que habitam o entorno de áreas degradadas, a exemplo daquelas onde a deposição de resíduos se apresenta potencial e efetivamente com altos níveis de poluição e contaminação. Para retratarmos diretamente o problema dos resíduos químicos especificamente, devemos considerar que a Química é uma das ciências que mais trouxe benefícios para a sociedade nos últimos tempos. Entretanto, um dos questionamentos mais graves relacionados ao uso inadequado da química refere-se aos danos e riscos ambientais causados pela geração de resíduos.

PENATTI, E. F. GUIMARÃES, S. T. L. SILVA, P. M. II Workshop Internacional de Pesquisa em Indicadores de Sustentabilidade, USP, São Carlos, 2008. p. 107.

Considerando a necessidade urgente de Instituições de Ensino Superior que sediam aulas práticas de Química possuírem um programa de gerenciamento de resíduos, elabore um texto dissertativo contemplando atitudes efetivas para a

Centro Acadêmico do Agreste – CAA

APÊNDICE D: EXPERIMENTO 1: O SUCO É ÁCIDO OU BÁSICO?

objetivo

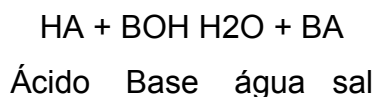
trabalhar a reação ácido-base a partir da análise de sucos de frutas.

conteúdo a ser trabalhado

pH, reação-base

introdução

O ácido cítrico é encontrado em frutas cítricas, como a laranja, o limão entre outras frutas. Este ácido é considerado um ácido fraco, sendo possível a sua neutralização com uma solução básica com uma baixa concentração na qual a hidroxila (H^+) presente no ácido irá interagir com o íon (OH^-) da base, neutralizando a reação.



Pode-se observar que na reação de neutralização existe a formação de água e sal. Lembrando que o tipo de sal formado irá depender do ácido e da base utilizada.

materiais e reagentes a serem utilizados na prática

- bureta de 25 ml ou de 50 ml;
- Erlenmeyer de 125 ml;
- filtro de papel;
- Pêra de sucção;
- pipeta volumétrica de 5 ml;
- suporte universal;
- água destilada;

- polpa de frutos cítricos e básicos (laranja, limão, abacaxi, caju, maracujá, acerola, graviola, pinha);
- solução de fenolftaleína a 1%;
- solução de hidróxido de sódio (NaOH) aquoso padronizado a 0,1 mol/l;

metodologia

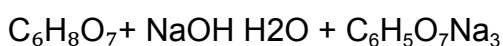
- pipetar, para um Erlenmeyer, 10 ml de suco de fruto cítrico ou básico previamente filtrado;
- diluir o volume com 30 ml de água destilada;
- Adicione 3 gotas de solução de fenolftaleína;
- Repita o procedimento para todas as amostras de polpa;
- calibrar uma bureta previamente ambientalizada com solução aquosa padronizada 0,1 mol/l de NaOH;
- gotejar a solução de base contida na bureta sobre o suco contido no Erlenmeyer, concomitantemente agitando o Erlenmeyer em movimentos constantes;
- o aparecimento da coloração rósea na solução contida no Erlenmeyer indica o ponto final da titulação;

questões

1. representar a equação de neutralização envolvida no processo, denominando e classificando reagentes e produtos.
2. qual a diferença entre base e ácido, baseado no que foi discutido na prática.
3. Faça uma escala de concentração das substâncias testadas, apresentando os compostos do maior para a menor concentração de ácido cítrico.

Manejo dos resíduos

Em primeiro lugar, se deve pensar na quantidade de resíduos gerados, neste caso, por estamos trabalhando com baixas concentrações, não teremos uma formação significativa de resíduos. Além disso, por se tratar de uma reação de neutralização, teremos a formação de um sal mais água. Como na equação realizada temos o ácido cítrico das frutas que reage com o hidróxido de sódio formando água e citrato de sódio.



Sabemos que o citrato de sódio é um sal orgânico fraco muito utilizado por variados segmentos industriais em razão das suas propriedades conservantes, estabilizantes, emulsificantes e muito mais. Ou seja, existe uma série de aplicação para este produto, entretanto, por não analisarmos a purificação deste sal e por ser um sal fraco, o seu descarte pode ocorrer diretamente na pia.

Referências

NOVAES, r.m. experimentação no ensino de química: reflexões teóricas e práticas. editora crv. v,1.2020.



APÊNDICE E: EXPERIMENTO 2: PRODUÇÃO DE BIODIESEL A PARTIR DE ÓLEO DE COZINHA

Introdução

A produção de combustíveis para sua utilização em diversos setores, principalmente na questão dos transportes que auxiliam na condução. Entretanto, a maioria dos combustíveis utilizados são a base do petróleo, ou seja, uma fonte não renovável e que tem um grau de poluição elevado. Sendo assim, se faz necessário pensar em alternativas para esse material.

Objetivo geral

1. Produzir biodiesel a partir de óleo de cozinha.

Objetivos específicos

2. Identificar as propriedades do biodiesel.
3. Comparar e diferenciar as propriedades do biodiesel e do diesel de petróleo.

Equipamentos e produtos químicos

- Erlenmeyer de 100 mL,
- placa de agitação magnética,
- placa quente,
- Proveta de 20 mL,
- Proveta de 100 mL,
- termômetro,
- cronômetro,
- funil de separação de 125 mL,
- suporte,
- metanol,
- hidróxido de sódio,
- óleo de cozinha.

Procedimento

1. Meça 14 mL de metanol e coloque em um Erlenmeyer de 100 mL.
2. Pesar 0,5 g de hidróxido de sódio e transfira este para o Erlenmeyer contendo metanol.
3. Dissolvido com agitação contínua na placa de agitação magnética por cerca de 5 a 10 min.
4. Use uma proveta para medir 60 mL de óleo de cozinha e adicione-o à solução de metanol no frasco Erlenmeyer.
5. Usando uma placa quente, aqueça suavemente a solução a uma temperatura da placa no máximo por 20 min com agitação contínua para que a mistura não se separe em duas camadas.
6. Despeje a mistura de reação quente em um funil de separação de 125 mL e deixe a solução esfriar e dividir em duas camadas de produto.
7. Retire a camada inferior, que contém glicerol, metanol residual.
8. A camada superior do funil de separação é o biodiesel.
9. Medir o volume de biodiesel coletado e calcular a porcentagem de conversão de biodiesel com base no volume inicial de óleo e no volume de biodiesel produzido.
10. Compare a viscosidade do óleo vegetal e do biodiesel.

Perguntas pós-laboratório

1. Descrever como a produção de biodiesel pode ser usada para implementar o conceito de contabilidade de recursos naturais: uma estratégia que ajuda as famílias ou o governo a calcular sua riqueza real, isto é, o volume da produção econômica total menos o valor do capital natural e social consumido para alcançá-la.
2. A análise do ciclo de vida é uma ferramenta de gestão para identificar os fluxos líquidos de recursos e energia utilizados na produção, consumo e descarte de produto ou serviço para alavancar ganhos de eficiência. Descreva como esse conceito pode ser ensinado durante o ensino do experimento de produção de biodiesel.
3. Que mudanças você observou entre as características dos materiais de partida para o final?
4. Com base na resposta da pergunta três, explique por que o biodiesel é mais facilmente degradável do que o diesel de petróleo.

5. O biodiesel é realmente verde? Explique pelo menos um argumento em apoio à ideia de que o biodiesel é um combustível mais verde. Apresente também um argumento de que o biodiesel não é um combustível mais verde.
6. Na produção comercial de biodiesel, 1.200 kg de óleo vegetal produzem 1.100 kg de biodiesel bruto. Como seu rendimento se compara a isso?
7. Descreva o princípio da química verde que poderia ser incorporado a este experimento.

manejo de resíduos

Geração de resíduos.

A princípio, se deve evitar a produção de resíduos a menor quantidade possível, desta forma a quantidade de reagentes foram escolhidas em pequena quantidade. Sabemos que após a finalização do experimento, teremos a formação de biodiesel e glicerina. O biodiesel é menos poluente que outros combustíveis, sem falar que sua produção a partir do óleo de cozinha que seria descartado, contribui para a não poluição dos córregos com esse material.

O resíduo do óleo de cozinha é, atualmente, um dos grandes vilões do meio ambiente uma vez que, devido ao seu descarte incorreto, causa danos de enormes proporções à natureza, como a impermeabilização do solo contaminado, e poluição da água em grande escala, segundo a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), cada um litro de óleo polui vinte mil litros de água.

Diante desse cenário, surge a necessidade de encontrar um destino mais apropriado para esse resíduo. Após a produção, o biodiesel, pode ser usado útil e pode servir para utilização em lamparinas de laboratório (observar produção de fumaça e condições de circulação de ar do laboratório), como combustível para queima inicial de carvão para churrasco ou fogueira de São João. Entretanto, como não se tem uma análise da purificação, o mesmo pode ser queimado, formando a ligação de CO_2 e H_2O , observe que temos a geração de CO_2 com a queima, mas esse efeito é muito menos que a poluição de rios e córregos com o descarte irregular do óleo de cozinha. A glicerina é muito utilizada em é uma substância utilizada há muitos anos como matéria-prima para a produção de uma série de produtos em diversos segmentos, principalmente no cosmético e alimentício. É possível encontrá-la em batons, sabonetes, hidratantes, xampus, pomadas e tecidos.

Referências.

KARPUDEWAN, M.; ISMAIL, Z.; ROTH, W.M. Ensuring sustainability of tomorrow through green chemistry integrated with sustainable development concepts (SDCs). Cite this: Chem. Educ. Res. Pract., 2012, 13, 120–127.