



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

ISABELA JANUARIO DE LIMA

**A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: ANÁLISE DE UMA PROPOSTA
DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO CONTEÚDO DE METAIS
PESADOS.**

RECIFE
2024

ISABELA JANUARIO DE LIMA

**A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: ANÁLISE DE UMA PROPOSTA
DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO CONTEÚDO DE METAIS
PESADOS.**

Monografia apresentada a coordenação do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientador: Prof^a. Dr^a Suely Alves da Silva

RECIFE

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 1134

L732e Lima, Isabela Januario de.
A experimentação no Ensino de Química: análise de
uma proposta de sequência didática para o ensino do
conteúdo de metais pesados / Isabela Januario de Lima. -
Recife, 2024.
60 f.
Orientador(a): Suely Alves da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Licenciatura
em Química, Recife, BR-PE, 2024.

Inclui referências e apêndice(s).

1. Química - Estudo e ensino . 2. Químics - Experiências.
3. Metais pesados. I. Silva, Suely Alves da, orient. II.
Título

CDD 540

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

FOLHA DE APROVAÇÃO

ISABELA JANUARIO DE LIMA

**A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: ANÁLISE DE UMA PROPOSTA
DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DO CONTEÚDO DE METAIS
PESADOS.**

Aprovado em: 27/09/2024

Banca Examinadora

Prof.^a Dra. Suely Alves da Silva – Orientadora

UFRPE/DED

Prof.^a Ma. Maria Daiane da Silva Monteiro
Rede Privada de Ensino- Centro Educacional Helena Lubienska

Prof.^a Ma. Tamara Menezes Soriano de Souza de Santana
GRE Recife Norte da Secretaria de Educação e Esportes de Pernambuco

Dedico este trabalho aos meus familiares e amigos, que sempre me apoiaram nos momentos difíceis da graduação. Dedico a Deus, sem ele nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus por ter me dado a oportunidade de estar concluindo esta graduação, aos meus pais queridos Ivani e Roberto, minha irmã Gabriela por seus conselhos em toda essa trajetória e meu namorado Wilian por todo apoio e incentivo nesta etapa.

Agradeço aos meus professores que me acompanharam ao longo desta graduação, tenho carinho especial por todos que marcaram positivamente esta caminhada. Em especial agradeço minha orientadora Suely Alves, seu apoio e orientação contribuíram imensamente para minha conquista, ela sem dúvidas é uma professora especial que sempre está disposta a ajudar seus alunos e ouvi-los sempre que for necessário.

Gostaria de agradecer as professoras Elizabete e Ruth Firme que contribuíram muito para minha formação como futura professora e como ser humano, todas as aulas eram repletas de conversas e aprendizados sobre o saber docente. Aprender com professoras tão atenciosas foi um dos grandes pontos especiais dessa graduação.

Aos meus amigos Almir e Matheus, agradeço por tudo que vivemos nesses anos de graduação, vocês são parte importante disso e sem o apoio e amizade de vocês eu não teria chegado ao fim de tudo isso, obrigada pelo companheirismo meninos.

Agradeço a disponibilidade das professoras Daiane Monteiro e Tamara Menezes, por aceitarem o convite em participar da banca examinadora e pelas contribuições que serão dadas ao nosso trabalho.

Gostaria de me agradecer por tudo que construí nesses anos, por todo esforço, dedicação, noites estudando e dias de muito cansaço que me fizeram chegar ao final desta graduação com um sentimento de alegria e felicidade por tudo que foi vivido e aprendido.

RESUMO

A Química e o conhecimento que ela proporciona são de extrema importância para a humanidade desde os primórdios. Sua aprendizagem deve possibilitar aos estudantes a compreensão sobre as mais variadas transformações químicas que ocorrem ao nosso redor. O Ensino de Química pode ser desafiador para muitos professores que possuem dificuldades em atrair a atenção dos estudantes para esta ciência, por ela ter características muito abstratas e de difícil compreensão. Nesse sentido, são necessárias práticas pedagógicas que possam cativar os estudantes para esta Ciência, uma das formas de alcançar esse objetivo é por meio da experimentação. O uso de atividades experimentais no ensino de Química, mostra-se como uma boa estratégia para facilitar e envolver os estudantes no processo de ensino e aprendizagem de modo que os mesmos possam articular os conceitos teóricos com práticas experimentais. O objetivo geral desta pesquisa foi analisar uma sequência didática utilizando a experimentação como estratégia metodológica para o ensino e aprendizagem do conteúdo de metais pesados. São apresentados os benefícios que a atividade experimental trouxe para a aprendizagem do conteúdo de metais pesados, assim como o desenvolvimento de habilidades científicas. Os dados obtidos foram analisados de forma articulada com os autores da fundamentação teórica sob uma perspectiva qualitativa. Os instrumentos utilizados foram dois questionários, um aplicado antes da atividade experimental e outro após a atividade e uma situação-problema para finalizar as atividades realizadas na sequência. A pesquisa trouxe muitos resultados positivos, com uma maior participação dos estudantes e um melhor entendimento dos mesmos sobre os metais pesados e suas características, o envolvimento e curiosidade sobre este conteúdo específico e sobre outras questões que envolvem a Química na parte experimental desta ciência. Concluímos que a experimentação é uma estratégia que propicia uma melhora no processo de ensino-aprendizagem e contribui para um maior envolvimento dos estudantes nas aulas estimulando a curiosidade sobre esta ciência.

Palavras-chave: Ensino de Química. Experimentação. Metais pesados.

ABSTRACT

Chemistry and the knowledge it provides are extremely important for humanity since its beginning. Learning it provides the students comprehension about the most variable chemical transformations that happen around us. Teaching Chemistry can be challenging for various teachers that have troubles in getting attention from its students for this science, since it has very abstract characteristics and of tough comprehension. In this regard, practical pedagogics are needed to help catch the students' attention on this science, and one way of achieve that goal is by practical experiments. The general goal of this research was to analyze a didactical sequence utilizing the experimentation as a methodology strategy for the teaching about the Heavy Metals. The utilization of practical activities in the teaching of Chemistry shows as a good strategy to simplify and enthrall the students in the process of learning so that they can articulate the theoretical concepts with practical experiments. This research shows the analysis of a didactical sequence about of using practical experiments when teaching about Heavy Metals. It shows the benefits that practical activities brought while learning the subject, as well the development of scientific abilities. The acquired data were analyzed in an articulated way along with the authors of the theoretical foundation under a qualitative perspective. The tools utilized were two questionnaires, one applied before the experimental activity, and a problem situation to conclude activities carried out afterwards. The research brought many positive outcomes, as a bigger participation of the students and a better comprehension of the same about the Heavy Metals and their characteristics. The engagement and curiosity about this specific subject and about clothes questions that involves chemistry in the experimental part of this science. In conclusion the experiment is one strategy that provides an improvement in the process of teaching and contributes to a bigger engagement of the students in the class, stimulating the curiosity of this science.

Keywords: Experiments, Chemistry Teach, Heavy Metals.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: Reportagem sobre metais pesados no Rio Doce.....	34
Figura 2: Mudança de coloração apresentada no experimento.....	35

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1: Questionário de diagnóstico e objetivos esperados	33
Quadro 2 : Questionário avaliativo pós atividade experimental.....	36
Quadro 3 : Respostas dos estudantes ao questionário de diagnose 03.....	40
Quadro 4 : Respostas dos estudantes ao questionário de diagnose 04.....	41
Quadro 5 : Respostas dos estudantes ao questionário de diagnose 05.....	43
Quadro 6: Respostas dos estudantes ao questionário pós-experimento 01.....	46
Quadro 7: Respostas dos estudantes ao questionário pós-experimento 03.....	48
Quadro 8: Respostas dos estudantes ao questionário pós-experimento 04 e 05....	49
Quadro 9: Respostas dos estudantes situação- problema.....	51

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
1.1 O Ensino de Química	19
1.2 A BNCC e o Ensino de Química	21
1.3 Importância da experimentação no ensino de química	24
1.4 Metais Pesados e o Ensino de Química	27
2. METODOLOGIA	30
2.2 - Contexto da Pesquisa	31
2.5 - Etapas da pesquisa	31
2.6 - Análise dos dados coletados	36
2.7 - Questões éticas aplicadas à pesquisa	36
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	52

INTRODUÇÃO

A Química é uma das ciências que desde o seu surgimento trouxe grandes contribuições científicas para a humanidade, ao procurar estudar as substâncias e suas mais variadas relações, propriedades e constituição, ela trouxe um novo olhar sobre as relações existentes na natureza. E a partir do seu desenvolvimento ao longo dos anos é possível perceber e concluir que a humanidade não teria alcançado tantos avanços científicos sem essa ciência (Lima, 2012).

Como disciplina foi introduzida no final do século XIX, e no Brasil só começou a ser ministrada nas escolas em 1931 a partir de uma reforma educacional ocorrida no primeiro mandato do governo de Getúlio Vargas. Entretanto, o ensino de química só foi difundido nas escolas após a reformulação do ensino básico brasileiro, que foi estabelecido pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN) em 1996 (Lima, 2013).

A química e o ensino dela devem possibilitar que os estudantes compreendam os processos químicos, assim como a construção do conhecimento científico relacionado a suas aplicações tecnológicas, sociais, econômicas, políticas e ambientais. E o professor tem por papel, contribuir e promover um processo de ensino-aprendizagem em que os estudantes se apropriem do conhecimento químico e possam agir e pensar criticamente sobre questões da vida em sociedade.

Essa ciência encontra-se na grade curricular dos estudantes da educação básica, segmento Ensino Médio, onde é possível perceber que esta disciplina é ensinada de maneira muito verbalista, em que há apenas a transmissão de conteúdos propiciando dificuldades de aprendizado de alguns conteúdos. As dificuldades encontradas pelos estudantes desta disciplina estão ligadas ao fato de que a química é repleta de teorias e conceitos que são difíceis de entender, mas também na forma como eles são ensinados. Com uma disciplina, que em muitos casos, é ministrada dando ênfase apenas a aprendizagem de conceitos de forma sistematizada, e organizados de forma que a prioridade se foca na transmissão conteudista, faz com que disciplina e as aulas se assemelhem às práticas tradicionais de ensino em que o estudante é apenas o receptor das informações e o professor é o detentor do saber.

É importante que algumas reflexões sejam feitas por parte dos professores de química, visando formas e maneiras de ensiná-la trazendo os estudantes para que os mesmos sejam o objeto principal do processo de ensino-aprendizagem. Isso pode se dar por meio do estímulo de uma maior participação dos estudantes dentro das dinâmicas estabelecidas em sala de aula.

Ao longo dos anos, pesquisas sobre o ensino de ciências têm dado foco a diversos elementos relacionados com os mesmos, alguns são mais específicos e trazem temas como o papel das atividades práticas, o livro didático e as diferentes formas de abordar um conteúdo. Outras podem ser classificadas como mais gerais e abordam os fundamentos de uma educação científica, seus objetivos, condicionantes sócio-culturais, políticos e econômicos (Delizoicov; Angotti, 2000).

A química é uma ciência que se fundamenta na hipótese e na comprovação das mesmas por meio de experimentos, ao refletirmos sobre, podemos concluir que é importante trazer atividades práticas experimentais que possam auxiliar na construção de conceitos químicos. Para Giordan (1999), professores e estudantes costumam atribuir experimentação a um caráter motivador e lúdico vinculado aos sentidos. Desse modo, não é incomum ouvir de professores que a experimentação aumenta a capacidade de aprendizado, pois ela funciona como uma forma de envolver os estudantes nos temas que estão sendo tratados.

A experimentação se mostra como uma excelente metodologia para ser utilizada no ensino de química, ela possibilita a construção do conhecimento e facilita o processo de ensino-aprendizagem, relacionando a teoria e a prática. Além disso, algumas atividades experimentais proporcionam uma interação maior entre aluno e professor, e também colocam o aluno em foco como figura central na aprendizagem. Assim, ela prioriza o entendimento do estudante sobre a ciência, sobre os fenômenos, analisando o seu pensamento e formação de explicações ao que é observado, tornando os estudantes capazes de entender e compreender o mundo ao seu redor. Leite e Leão (2010), discutem que a experimentação prioriza o contato dos alunos com os fenômenos químicos possibilitando ao aluno a criação de modelos que tenham sentido para ele a partir de suas próprias observações.

O processo metodológico adotado em sala de aula influencia muito no processo de ensino-aprendizagem e para isso se faz necessário que os professores levem em consideração os elementos que podem ser inseridos para ministrar as

aulas experimentais de forma significativa, visto que elas possibilitam a relação entre os saberes teóricos e práticos.

Para que isso aconteça de fato, é necessário que se supere a forma predominantemente mecânica, técnica e repetitiva em que as atividades experimentais vêm sendo realizadas, sem que sejam feitas reflexões e interações com os saberes teóricos que são trabalhados de maneira isolada pelos professores (Silva, 2014).

Para Silva (2014, *apud* Hodson 1994), é necessário que se reveja a maneira de conceber as atividades experimentais, de maneira que elas possam propiciar condições para que o estudante seja ativo durante a sua realização. Assim, é possível inferir que se faz necessário que os futuros professores de química possam se apropriar de novas metodologias de ensino que visem a melhor forma de ensinar os estudantes, de maneira que se pode desenvolver uma aprendizagem significativa trazendo também aspectos que relacionem os saberes teóricos com as reflexões necessárias para o aprendizado dos estudantes.

Nesse sentido e diante as discussões anteriores nos levam a pensar sobre como seria possível desenvolver uma sequência didática que pudesse utilizar a experimentação como estratégia didática para promover um processo de ensino e aprendizagem para o estudo de metais pesados.

Diante do exposto, temos o seguinte problema de pesquisa: Como utilizar a experimentação, em uma sequência didática, como estratégia metodológica para o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de metais pesados?

Nesse contexto, nossa pesquisa fundamentada em uma pesquisa qualitativa, busca como objetivo geral analisar uma sequência didática utilizando a experimentação como estratégia metodológica para o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de metais pesados. Para alcançar o objetivo geral desta pesquisa propomos os seguintes objetivos específicos: 1) Identificar as ideias prévias dos estudantes sobre o conteúdo de metais pesados; 2) identificar as ideias alternativas dos estudantes sobre as propriedades, uso na sociedade, sua toxicidade, entre outros, dos metais pesados; 3) analisar a sequência didática desenvolvida com estudantes do 1º ano do ensino médio, utilizando a experimentação como estratégia metodológica no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo dos metais pesados.

A monografia em tela está organizada, para além da introdução: no tópico 1, fundamentação teórica, que discute o uso de atividades experimentais como auxílio no processo de ensino-aprendizagem de Metais Pesados; no tópico 2, o desenho metodológico da pesquisa; no tópico 3, os resultados e discussão; e no tópico 4, as considerações finais.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão abordadas as principais ideias e perspectivas de alguns autores que fundamentam as reflexões sobre o ensino de química e a experimentação como forma de propiciar uma aprendizagem mais significativa de alguns conteúdos de química, a fim de colaborar para as análises desta pesquisa.

1.1 O Ensino de Química

A História da Química ao longo dos séculos mostra o quanto esta é uma ciência relevante para o progresso da humanidade, através de experiências, investigações e descobertas que possibilitaram o desenvolvimento e melhoria na qualidade de vida de várias gerações (Cebulski, 2010).

Atualmente é possível perceber que as escolas têm tomado cada vez mais o papel de responsabilidade em atender às inúmeras demandas dos educandos. Com os avanços tecnológicos e grande facilidade de acesso às informações tem sido necessária uma maior atenção dos professores para que os alunos possam ver as escolas como um lugar de aprendizado significativo e capaz de unir as questões da sociedade com os conhecimentos adquiridos no ambiente escolar.

O cenário que encontramos nas escolas brasileiras é de um ensino tradicional de forma que cabe ao estudante saber e entender inúmeras fórmulas, reações químicas, propriedades, nomenclatura e aplicação de fórmulas para a resolução de problemas propostos nos livros didáticos. No entanto, isso se dá sem que os estudantes possam relacionar tudo isso com a forma natural em que ocorrem na natureza.

Para Merçon (2003), o ensino de química está afastado da realidade dos estudantes, o que acaba gerando um espaço para que os mesmos façam questionamentos sobre os reais objetivos de estudo da Química. Assim, é possível notar estudantes desmotivados, que não atingem o objetivo de formação de cidadãos críticos que são capazes de discutir sobre questões importantes que envolvem a química na sociedade contemporânea. Daí evidencia-se a importância de metodologias que propiciem o desenvolvimento científico dos estudantes

interligado a seu cotidiano ocasionando um ensino que vá além da sala de aula, mas que os estudantes tenham para vida. Para Cardoso e Colinvaux (2000, p.401):

O estudo da química deve-se principalmente ao fato de possibilitar ao homem o desenvolvimento de uma visão crítica do mundo que o cerca, podendo analisar, compreender e utilizar este conhecimento no cotidiano, tendo condições de perceber e interferir em situações que contribuem para a deterioração de sua qualidade de vida. Cabe assinalar que o entendimento das razões e objetivos que justificam e motivam o ensino desta disciplina, poderá ser alcançado abandonando-se as aulas baseadas na simples memorização de nomes de fórmulas, tornando-as vinculadas aos conhecimentos e conceitos do dia-a-dia do alunado (Cardoso e Colinvaux,2000, p.401)

Nunes e Adorni (2010), discutem que no ensino de química é possível perceber que muitas vezes os estudantes não conseguem aprender e não percebem o significado daquilo que estudam. Isso só evidencia a forma descontextualizada como a qual os conteúdos vêm sendo trabalhados tornando-os mais distantes do entendimento dos estudantes que acabam desinteressados e desmotivados.

É notória a carência de um ensino de química que traga discussões que vão além de conteúdos e fórmulas, mas que proporcionem a aplicação dos mesmos, por meio de experimentos que possibilitem a interação desses conteúdos, de forma mais evidente na sociedade. Trevisan e Martins (2006), discutem sobre a necessidade de uma educação química que priorize o processo de ensino-aprendizagem de forma contextualizada, que ligue o ensino aos acontecimentos do cotidiano do aluno para que estes possam perceber o quanto ela é importante para a sociedade no sentido tecnológico.

Assim, as escolas dentro da sociedade atual, possuem um papel muito importante visto que existe a necessidade de se pensar num processo de ensino-aprendizagem que possibilite que os estudantes possam aprender de forma mais significativa. Dessa forma, grande parte dessa tarefa cabe aos professores que precisam desenvolver mais técnicas e habilidades nos seus alunos, o que implica na realização de um trabalho mais amplo e contextualizado (Nunes e Adorni,2010).

Contudo, nem sempre os professores estão preparados para trazer para sala de aula um ensino contextualizado que seja capaz de fazer a relação dos conteúdos com a realidade dos estudantes. Em alguns casos, muitos professores utilizam o livro didático como recurso principal para ministrar e preparar as aulas. Para Lobato

(2007), os livros podem ser e são utilizados como instrumentos que auxiliam os professores na realização das atividades escolares, porém, os professores devem evitar usá-lo como único recurso didático das aulas.

Ademais, algumas deficiências na formação dos professores para o desenvolver as habilidades que o capacitem para propor metodologias de ensino que sejam capazes de desenvolver o ensino de química que propicie uma aprendizagem com mais significado. Isso coloca em evidência o despreparo dos professores em formação para a realidade que será encontrada nas salas de aula das escolas brasileiras.

Dessa forma, fica claro que é preciso se pensar em práticas pedagógicas que possibilitem o ensino de química que envolvam o estudante e o professor num processo de ensino-aprendizagem que traga a química de forma atrativa e divertida. O desenvolvimento de metodologias que propiciem um ensino de química que vá além de todo tradicionalismo de um currículo fechado com ênfase apenas na aprendizagem conteudista e técnica sem que haja uma relação entre os mesmos e questões da sociedade em que os estudantes podem pensar de forma crítica.

Assim, é importante destacar que essas práticas pedagógicas devem ser desenvolvidas a fim de alcançar os objetivos de aprendizado estabelecidos pela Base Nacional Comum Curricular, BNCC que é o documento de referência nacional, desenvolvendo e articulando estratégias que os estudantes alcancem todas as habilidades previstas por esse documento.

1.2 A BNCC e o Ensino de Química

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), é um documento de caráter normativo que define um conjunto de aprendizados e informações referentes aos conhecimentos necessários que cada aluno deve desenvolver de forma progressiva por áreas de conhecimento ao longo da educação básica (Brasil, 2018).

Este é um documento que é referência nacional para a formulação do currículo das escolas e propostas pedagógicas adotadas pelas escolas de Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio. Este documento assegura os direitos

de aprendizado e desenvolvimento dos estudantes, conforme estabelecido pelo Plano Nacional de Educação (PNE).

Espera-se que a BNCC ajude a superar a fragmentação das políticas educacionais, enseje o fortalecimento do regime de colaboração entre as três esferas de governo e seja balizadora da qualidade da educação. Assim, para além da garantia de acesso e permanência na escola, é necessário que sistemas, redes e escolas garantam um patamar comum de aprendizagens a todos os estudantes, tarefa para a qual a BNCC é instrumento fundamental (Brasil, 2018, p.10.)

Na educação básica as aprendizagens essenciais definidas pela BNCC buscam desenvolver competências que consolidam os direitos de aprendizagem e desenvolvimento dos estudantes. Essas competências podem ser definidas como “[...] a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho.” (Brasil, 2018. p.8.).

A BNCC estipula conteúdos que são essenciais e competências para a aprendizagem das crianças e adolescentes na educação básica. O documento também traz sugestões de aprendizagens e como escola e professores podem trabalhá-los tendo como base as necessidades, possibilidades e os interesses dos estudantes, e o objetivo principal da implementação e criação deste documento vai além de nortear os currículos das escolas, mas também garante uma educação de qualidade para os estudantes brasileiros (Mucin, 2019).

No Ensino Médio a BNCC destaca que é indispensável que as necessidades dos estudantes sejam atendidas a fim de possibilitar o exercício da cidadania e aprendizagens que possibilitem o interesse dos estudantes com os desafios encontrados pela sociedade contemporânea. Ainda de acordo com a BNCC:

[..]é também finalidade do Ensino Médio o aprimoramento do educando como pessoa humana, considerando sua formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico. Tendo em vista a construção de uma sociedade mais justa, ética, democrática, inclusiva, sustentável e solidária[..]. (Brasil, 2018. p.466)

Na BNCC a química é caracterizada como uma ciência da natureza, juntamente com as disciplinas de Biologia, Física e Química. A área de ciências da natureza no Ensino Médio visa o aprofundamento e a ampliação dos conhecimentos

que são explorados no Ensino Fundamental. Esta área tem como característica propor um ensino mais investigativo como forma de engajar os estudantes na aprendizagem dos processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos (Brasil,2018).

Assim, a Química é uma ciência que estuda a matéria e suas transformações, sendo responsável por explicar os mais variados fenômenos encontrados na natureza e conseqüentemente no cotidiano da sociedade. Esta ciência desempenha um papel fundamental no desenvolvimento das ciências e da sociedade, o que justifica o ensino desta disciplina nas escolas brasileiras.

No Ensino Médio a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias possibilita aos estudantes o aprofundamento dos conhecimentos exploradas no Ensino Fundamental, esta área do conhecimento possibilita aos estudantes ampliar a sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, assim como a sua capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios que podem ser pessoais, coletivos, locais ou globais destacando que:

Na definição das competências específicas e habilidades da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias foram privilegiados conhecimentos conceituais considerando a continuidade à proposta do Ensino Fundamental, sua relevância no ensino de Física, Química e Biologia e sua adequação ao Ensino Médio. Dessa forma, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe um aprofundamento nas temáticas Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo (Brasil, 2018, p. 548).

A BNCC apresenta três competências específicas para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias onde são relacionadas habilidades a serem alcançadas nesta etapa. São elas:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando

procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) (Brasil, 2018, p. 553)

As competências estão articuladas com as competências específicas do Ensino Fundamental, mas com as devidas adequações para satisfazer as especificidades da formação dos estudantes do Ensino Médio (Brasil,2018).

Assim, para que as competências e habilidades estabelecidas pela BNCC para o ensino de Química sejam alcançadas, são necessárias práticas pedagógicas e estratégias que possibilitem isso. Uma das estratégias utilizadas pelos professores para propiciar uma melhor aprendizagem para os estudantes é a experimentação, que no ensino de química promove o estabelecimento de relações entre teoria e prática e um maior envolvimento dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem e na consolidação dos conhecimentos abordados em sala de aula.

1.3 Experimentação no ensino de química

A Ciência é uma das grandes responsáveis por grande parte dos avanços que contribuíram na sociedade, desde a ideia do que é a matéria, até as primeiras técnicas de agricultura, registro entre tantas outras descobertas e avanços. A Química como ciência que é estudada e sistematizada, é recente e apenas no século XVII passou a tornar-se uma ciência experimental, onde os experimentos laboratoriais passaram a ser idealizados com o intuito de comprovar teorias e modelos (Machado,2004).

A química é uma ciência que está presente no currículo dos estudantes apenas no ensino médio, antes desta etapa eles trabalham alguns conteúdos e conceitos na disciplina de ciências ofertada no ensino fundamental. No ensino de química tem sido destacada a dificuldade de aprendizagem dos estudantes em compreender os conteúdos que são ofertados e trabalhados em sala de aula de forma muito teórica, o que acarreta na falta de interesse por parte dos mesmos e disseminação de concepções distorcidas da Química.

Ao pensar em estratégias e metodologias que possam fazer a interligação da teoria e prática no ensino de Química, a experimentação é muito discutida e apontada como um recurso que possibilita o processo de ensino aprendizagem que trate a teoria e a prática de forma que desperte o interesse dos estudantes.

Nas escolas, as atividades experimentais passaram a ser inseridas por causa da grande influência dos trabalhos desenvolvidos nas universidades, onde o principal objetivo era a melhoria do processo de aprendizagem do conhecimento científico por meio da aplicação das teorias aprendidas (Galiuzzi *et al.*, 2001). A partir disso, fica evidente a importância da experimentação para o desenvolvimento de metodologias de ensino científico que busquem o uso de experimentos para a aprendizagem e envolvimento dos estudantes. Nesse sentido, Almeida *et al.*, (2018) afirmam que:

Nos últimos anos, o ensino de química passou a ser discutido frequentemente e um dos assuntos a ser pautado foi a experimentação como abordagem de ensino. Sendo um método que possa complementar ou até mesmo sair da temática do ensino tradicional em sala de aula, no qual, espera-se que o aluno passe de um ser passivo para um ser ativo, formulando assim, suas ideias e conceitos (Almeida, *et al.*, p. 1, 2018).

A experimentação como estratégia de ensino possibilita a produção de explicações de situações e problemas reais propiciando a contextualização e estímulo de questionamentos. Além disso, promove a interação entre a teoria e a prática, assim como promove o protagonismo dos estudantes na aprendizagem. Dessa forma, para o processo de ensino-aprendizagem de Química o uso de tal estratégia viabiliza as relações entre as concepções dos estudantes e as novas ideias a serem trabalhadas (Silva, 2016).

Ao pensar sobre a Química podemos dizer que ela caracteriza-se como uma ciência experimental, e o processo de aprendizagem torna-se difícil sem a utilização de atividades práticas. Para alguns professores a experimentação auxilia no processo de consolidar o conhecimento, além de envolver os estudantes na temática e conteúdo abordados na atividade experimental (Giordan, 1999). Santos e Menezes (2020 p.10), assim como Giordan (1999) compartilham das mesmas ideias ao afirmarem que “a experimentação consegue alcançar seus objetivos de potencializar a aprendizagem, uma vez que a reflexão epistemológica dessa ação ocasionará

uma sistematização e se adequará à necessidade dos alunos a quem será destinada.”

Os autores Machado e Mói (2007), entendem que a experimentação é uma ferramenta que integra o processo de ensino e aprendizagem e através dela os estudantes são capazes de expressar suas concepções sobre determinados temas que são trabalhados por meio da mesma. Para os autores:

[...] as atividades experimentais auxiliam na consolidação do conhecimento e no desenvolvimento cognitivo do aluno, trazendo benefícios no processo de ensino e aprendizagem de Química, pois a vivência de situações reais é de grande importância para a compreensão e correlação dos diversos temas, no entanto, é preciso ter alguns cuidados para que a experimentação seja uma ferramenta eficaz na formação cidadã dos alunos (Machado; Mói, 2007, p. 146)

Ao entender que o Ensino de Química deve acontecer por meio do contato dos estudantes com o seu real objeto de estudo, pode-se propiciar uma maior compreensão dos conhecimentos químicos tornando a aprendizagem mais significativa. A utilização de estratégias de ensino que se baseiam em atividades experimentais de forma lúdica tem sido adotada como alternativa didática que se mostra eficiente, pois elas oferecem aos estudantes a visão prática do que é estudado teoricamente enriquecendo o processo de ensino-aprendizagem (Santos; Menezes, 2020).

Andrade e Teixeira (2019), pontuam que o ensino de ciências por meio de atividades experimentais, instiga a curiosidade dos estudantes e permite a formação de cidadãos estimulados a aprenderem mais sobre ciências. Eles também discutem sobre a utilização de materiais de baixo custo como possibilidade para o ensino por meio de atividades experimentais que proporcionam uma melhora do aprendizado.

As atividades experimentais podem ser demonstrativas em que o professor faz o experimento e os estudantes apenas observam, de verificação em que são buscados experimentos que verifiquem e confirmem leis ou teorias proporcionando para os estudantes uma aprendizagem mais realista. Também temos experimentos de caráter investigativo em que os estudantes são incentivados a levantar hipóteses, discutir suas ideias possibilitando ao estudante refletir e resolver problemas. Ademais, temos os experimentos ilustrativos onde o estudante realiza as atividades que pode se dá por meio da demonstração prática, podendo ser realizados em grupo

que são estimulados a refletir sobre as situações do experimento. Nos experimentos descritivos a atividade segue com etapas que são dirigidas pelo professor, onde os estudantes observam os fenômenos e podem descrever o que observado e a partir disso tirar conclusões (Oliveira, 2010).

Para Silva (2019), a contextualização tem sido utilizada no ensino com a finalidade de relacionar os conhecimentos escolares com o contexto real do aluno. A escola tem o papel de desenvolver nos estudantes o pensamento crítico, permitindo a sua imersão não apenas no conhecimento científico, mas possibilitando as relações estabelecidas com a natureza e o meio em que estão.

A contextualização pode ser constituída por meio da abordagem de temas sociais e situações reais de forma dinâmica e articulada, que busque possibilitar a discussão transversal dos conteúdos e os conceitos científicos, dos aspectos sócio científicos, relacionados às questões ambientais, econômicas, sociais, políticas, culturais etc. (Santos, 2007). Para isso, acreditamos que a experimentação pode ser utilizada como estratégia para desenvolver os conteúdos fazendo a união entre as atividades de cunho teórico com as atividades práticas, e assim, promovendo uma melhor aprendizagem dos conteúdos abordados em sala de aula.

Assim, é possível pontuar que a experimentação é uma estratégia que propicia, possivelmente, um processo de ensino-aprendizagem mais significativo que envolve a participação dos estudantes. É uma estratégia que promove o pensamento crítico e utilização do conhecimento científico no dia a dia dos estudantes quando trabalhada de forma correta pelos professores, fugindo das práticas experimentais tradicionais que se baseiam apenas no seguimento dos procedimentos experimentais.

1.4 Metais Pesados e o Ensino de Química

Atualmente é muito comum ouvir falar em metais pesados, os mesmos são comumente citados em notícias sobre desastres ambientais, uso na tecnologia, contaminações, entre outros. Eles são importantes para contemporaneidade, visto que, são utilizados em diversas indústrias, no entanto, se tornam prejudiciais à saúde ambiental, quando utilizados de forma imprudente e acabam por contaminar o meio ambiente.

No ensino de Química, um dos principais objetivos é contribuir para que os alunos tenham uma visão mais ampla acerca do conhecimento científico, que se apropriem desses conceitos e que possam compreender o mundo de forma crítica para a vida em sociedade. Possibilitar para os alunos um ensino contextualizado com temas do cotidiano pode ajudar a contribuir para que os estudantes estabeleçam as relações do conhecimento científico discutido em sala de aula, com fenômenos cotidianos que por vezes podem passar despercebidos pelos estudantes, fomentando ainda mais o processo de ensino-aprendizagem.

O termo de metais pesados tem sido veiculado por muitos meios de comunicação devido aos acidentes que vem ocorrendo com mais frequência na sociedade atual. Em decorrência dessa veiculação, algumas informações podem ser disseminadas de forma incorreta ou superficiais, deixando nas pessoas uma visão errada a respeito desse elementos (Lima; Merçon, 2011).

Os metais pesados, ou outros sinônimos com “metais traço”, “elementos traço”, “micronutrientes”, “microelementos, podem ser definidos como grupo de elementos, que ocorrem em sistemas naturais em pequenas concentrações e apresentam densidade igual ou acima de 5 g/cm^3 (Adriano, 1986; Egreja, 1993; Povineli, 1987).

De acordo com Duffus (2002), pode-se dizer que os metais pesados são elementos que apresentam massas específicas e atômicas elevadas, e com número atômico também elevado, em contrapartida outros acreditam que qualquer metal ou apenas os metais de transição podem ser considerados pesados.

Entretanto, as propriedades químicas destes metais são os fatores que mais contribuem para comparações que vão além da densidade e massa destes metais , as principais propriedades dos elementos que compõem o grupo dos metais pesados são os elevados níveis de reatividade e bioacumulação. Isto indica que esses elementos podem desencadear diversas reações químicas não metabolizáveis(os organismos vivos não podem degradá-los) , o que faz com que eles permaneçam em caráter cumulativo ao longo da cadeia alimentar (Duffs, 2002). Na classificação de metais pesados estão o chumbo (Pb), cádmio (Cd), níquel (Ni),

cobalto (Co), ferro (Fe), zinco (Zn), crômio (Cr), arsênio (As), prata (Ag) (Gonçalvez, 2002).

Os metais pesados são elementos de ocorrência natural e podem estar presentes no ambiente após fenômenos da natureza como erupções vulcânicas e também por consequência de ações humanas que cooperam com processos de erosão do solo e incêndios florestais. Uma das principais fontes de contaminação por metais pesados advém do descarte inadequado do lixo eletrônico, como celulares, baterias, pilhas e computadores. Nestes materiais podem ser encontrados metais como chumbo, mercúrio e cádmio, por isso o descarte errado desses equipamentos pode contribuir para a contaminação ambiental, ocasionando impactos para a saúde humana e animal (Instituto Nacional do Câncer, 2024).

Algumas definições para os metais pesados podem surgir em decorrência dos impactos ambientais e a saúde humana que esses elementos podem provocar. Sendo assim, eles também receberam o nome de metais tóxicos, pois de acordo com a quantidade e concentração que ele se encontra no corpo ou no ambiente eles podem ser prejudiciais, visto que em concentrações específicas eles são essenciais para o metabolismo celular (Souza, 2018)

Lima e Merçon (2011) apontam que os metais pesados são um assunto que vem sendo abordado com maior importância no ensino médio, pois envolve uma multidisciplinaridade com outras áreas afins, é também, um tema que traz conhecimento químico, implicações ambientais, sociais e tecnológicas.

Trabalhar com temas referentes a educação ambiental pode possibilitar ao professor desenvolver diversas temáticas e vincular as mesmas de forma coletiva e trazer o sentimento de pertencimento à sociedade e que as suas ações podem trazer consequências para o futuro do planeta, além de trabalhar com o coletivo e com discussões entre os estudantes e o professor trazendo uma troca de ideias e conhecimentos para a sala de aula.

2. METODOLOGIA

2.1- Considerações iniciais

Tendo em vista que buscamos desenvolver procedimentos que excedem as análises quantitativas, concordamos que as análises qualitativas são ideais para o desenvolvimento desta pesquisa, pois ela atenderá os objetivos propostos considerando que as percepções, motivação e necessidade dos participantes são dados que não podem ser representados de forma estatística.

Uma das vantagens da utilização deste tipo de abordagem é que ela difere da quantitativa pelo fato de não fazer uso de dados estatísticos como processo de análise de um problema, sendo assim, não tem como prioridade numerar ou medir unidades (Prodanov, 2013).

Segundo Prodanov, 2013, as pesquisas qualitativas consideram que existe uma relação entre o mundo real e o sujeito, ou seja, um vínculo indissolúvel entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzida e colocada em números. Desse modo, o conhecimento não é algo que pode ser reduzido apenas a dados isolados, o sujeito-observador é integrante deste processo por estar num local de interpretar e atribuir significado aos fenômenos (Chizzotti, 2006).

Os pesquisadores que utilizam da abordagem qualitativa procuram explicar o porquê das coisas, esclarecendo o que precisa ser feito, mas sem quantificar os valores e as trocas simbólicas nem se submetem a troca de fatos, pois os dados analisados nas pesquisas não são métricos (suscitados e de interação) e se valem de diferentes abordagens (Gerhardt; Silveira, 2009).

Ainda na concepção de Chizzotti (2006), a pesquisa qualitativa supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada e Gil (2002), entende que a abordagem qualitativa se caracteriza, também, como sendo uma tentativa de se explicar em profundidade o significado e as características das informações obtidas por meio de observações, questionários, entrevistas, entre outros.

2.2 - Contexto da Pesquisa

A pesquisa foi realizada na cidade de Camaragibe-PE, em uma escola pública que atende apenas estudantes do nível médio . Essa pesquisa surgiu através de observações feitas nas disciplinas de estágio obrigatório I em que foi possível identificar as dificuldades dos estudantes em relacionar o conteúdo de metais pesados com situações cotidianas. A partir do observado foi discutido com o professor da disciplina a proposição de uma sequência didática para o ensino do conteúdo de metais pesados que se utiliza da experimentação como estratégia de ensino devido sua característica de envolver os estudantes no objeto de estudo o que possibilita um maior desenvolvimento do conhecimento científico a fim de contribuir para o entendimento deste conteúdo de forma articulada ao cotidiano dos estudantes. Esta pesquisa foi aplicada e desenvolvida pela estagiária (a autora), na escola citada durante o período em que estava cursando a disciplina de Estágio Supervisionado Obrigatório II.

2.3 - Sujeitos da Pesquisa

Diante do exposto, participaram da pesquisa 37 estudantes do 1º ano do Ensino Médio da instituição de ensino mencionada anteriormente, de maneira que tal pesquisa possa contribuir para o aprendizado e aprimoramento do conhecimento científico dos estudantes. Essa escolha foi feita de acordo com o professor de Química, devido a identificação de dificuldades de aprendizado observadas pela estagiária e pelo distanciamento mostrado pelos estudantes nas aulas de Química.

2.4 - Instrumentos de pesquisa

Para dar início a pesquisa foi necessário conhecer um pouco dos conhecimentos prévios dos estudantes, para isso foi aplicado um questionário de diagnose, para que fosse possível identificar as ideias dos estudantes sobre os metais pesados e também analisar possíveis dificuldades dos estudantes como relação ao aprendizado de metais pesados visto que eles tinham acabado de estudar propriedades periódicas, conteúdo em que são apresentados aos estudantes os elementos químicos e suas propriedades. Por seguinte foi realizada uma aula expositiva com estudantes e dando continuidade a sequência foi realizada uma atividade experimental com estudantes seguido pela aplicação de um

questionário avaliativo e por fim as atividades culminaram na aplicação de uma situação-problema.

2.5 - Etapas da pesquisa

As atividades articuladas foram desenvolvidas em quatro momentos:

Primeiro momento - Aplicação de um questionário de diagnose na primeira semana;

Segundo momento - Aula ministrada pela estagiária (autora) sobre os metais pesados, fazendo resgate com os conhecimentos que os estudantes já tinham sobre o conteúdo de metais pesados contextualizando com acontecimentos no Brasil que envolvem esta temática realizada na segunda semana;

Terceiro momento - Experimentação como alternativa para identificar os metais pesados presentes na água com finalidade de apresentar formas de como detectar a presença destes metais em rios e efluentes realizado na segunda semana;

Quarto momento - Apresentação de uma situação-problema sobre como seria possível fazer a remoção dos metais pesados nos rios contaminados e culminância das atividades através de um diálogo com os estudantes sobre o que os mesmos acharam da sequência realizada na terceira semana;

No primeiro momento foi apresentado para os estudantes que seria realizado um estudo mais específico sobre os metais pesados a fim de proporcionar um maior entendimento do conteúdo por parte dos estudantes visto que os mesmos ainda poderiam ter dúvidas sobre este conteúdo. Em seguida foi aplicado um pequeno questionário que tem por finalidade a coleta de informações, e assim identificar suas concepções alternativas e os seus conhecimentos prévios sobre os metais pesados. Segue as perguntas e seus respectivos objetivos (Quadro 1):

Quadro 1: Questionário de diagnóstico e objetivos esperados.

Questionamento	Objetivos esperados
1- Você já ouviu falar em metais pesados fora do ambiente escolar?	Verificar se os estudantes possuem algum conhecimento sobre o tema fora do ambiente escolar.

2- Cite pelo menos o nome de quatro metais que se encontram nessa categoria.	Verificar os conhecimentos dos alunos sobre os metais que são classificados como pesados.
3- Os metais pesados podem causar danos aos seres humanos? Eles são essenciais para o corpo humano?	Identificar as ideias dos estudantes sobre as propriedades e a toxicidade dos metais pesados.
4- Você poderia explicar porque eles são prejudiciais quando encontrados em rios e efluentes?	Identificar as ideias dos estudantes sobre a toxicidade dos metais pesados.
5-Para você, como seria possível remover os metais presentes nos rios que possuem alto grau de contaminação por eles?	Identificar se os alunos conhecem algum método de identificação de metais, e se eles possuem alguma ideia de como seria possível removê-los.

Fonte: a autora.

Em seguida, realizou-se uma aula expositiva partindo da análise dos dados coletados com o questionário, com finalidade de explorar o conteúdo de Metais Pesados situando o mesmo com acontecimentos recentes que envolvem o tema. A aula expositiva teve como ponto de partida a apresentação de duas reportagens que tenham como temática principal os metais pesados, principalmente as que estão relatando as contaminações ao meio ambiente, trazendo os impactos causados ao mesmo e também para a sociedade. Trazer estas reportagens foi importante para mostrar aos estudantes um contexto real ao qual a temática da aula estava associada, como mostra o recorte da figura 1. Dessa forma, a aula foi construída com base nas discussões realizadas com os estudantes e a partir disso foi possível corrigi-los e aproximá-los do conhecimento científico esperado para esse determinado conteúdo.

Figura 1: Reportagem sobre metais pesados no Rio Doce



Fonte: <https://jornal.usp.br/tag/metais-pesados/>

Após a aula expositiva foi realizada a atividade experimental, no terceiro momento, que teve por objetivo trabalhar com os estudantes métodos de análise científica de forma simples para que eles pudessem se familiarizar com os procedimentos técnicos e experimentais e também explorar ainda mais o estudo sobre os metais.

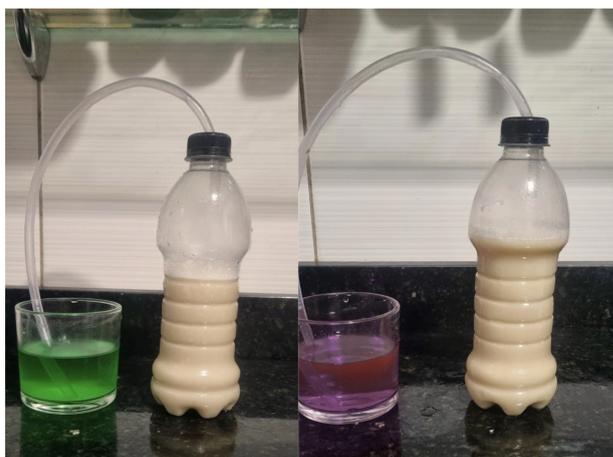
O experimento foi pensado para que os estudantes pudessem entender como é possível fazer a identificação de metais pesados, para isso foi selecionado um experimento que se utiliza de pilhas comuns para a realização do mesmo. O que vai ao encontro com as propostas da BNCC de engajar os estudantes na aprendizagem de processos científicos, o mesmo também proporcionou o estabelecimento de associações entre a teoria e o cotidiano dos estudantes, através da escolha de uma atividade que trouxesse isso para os estudantes, ao utilizar as pilhas para o estudo.

A atividade experimental foi pensada para que os alunos pudessem vivenciar técnicas laboratoriais, como foi trabalhado neste bioensaio que simula a toxicidade dos metais presentes em pilhas comuns onde os estudantes analisaram uma forma identificar se uma amostra está ou não contaminada. Para a atividade experimental realizada foram utilizadas pilhas comuns, para o preparo de uma solução contaminada pelos metais pesados, e o fermento biológico foi escolhido para que os estudantes pudessem observar a interferência que uma substância causa em organismos vivos, neste caso a levedura *S. cerevisiae*.

O experimento foi realizado com dois ensaios um com a solução do extrato das pilhas comuns, e outra sem nenhum contaminante, para que os alunos

pudessem observar o que ocorre com as leveduras ao serem colocadas em contato com a solução contendo o metal pesado, que no caso das pilhas é o Zinco. A atividade experimental foi elaborada e desenvolvida com materiais alternativos, pois o laboratório da escola não possuía vidrarias suficientes para todos os estudantes. Para isso, garrafas pet foram utilizadas para substituir os kitassatos, e o indicador ácido base utilizado foi feito com repolho roxo e o extrato de pilha foi preparado violando cinco pilhas comuns e misturando o conteúdo das mesmas com 250 ml de água. Para a primeira parte da atividade experimental, os alunos adicionaram dentro da garrafa pet 8 mL do extrato aquoso e cinco gramas de fermento biológico seco, que ficaram em contato por 15 minutos. Em seguida foi adicionado 14g de açúcar cristal e 100 mL de água previamente aquecida, a garrafa foi tampada e os estudantes colocaram a mangueira em contato com um copo de plástico contendo 80 mL do indicador de pH e 8 gotas de solução aquosa saturada de bicarbonato de sódio. Na figura 2, é ilustrada a mudança de coloração apresentada nas reações que ocorrem durante o procedimento experimental, nesta figura temos um ensaio teste realizado pela estagiária.

Figura 2: Mudança de coloração apresentada no experimento



Fonte: a autora

Para que fosse possível avaliar o nível de toxicidade presente nas substâncias, foi utilizado o tempo de mudança de coloração do indicador. Em meio tóxico o número de células de levedura diminui, ocasionando numa menor produção de gás carbônico, o que acarreta em um tempo maior para que a base seja

neutralizada levando a acidificação do meio reacional que é verificado com a mudança de coloração apresentada no experimento onde a cor roxa indica um aumento na acidez da solução e a verde que é a primeira coloração observada indica o pH básico da solução.

No quarto momento a culminância de atividades realizada na terceira aula se deu por meio de um questionário avaliativo (Quadro 02), que promoveu o resgate dos conteúdos das aulas expositiva e experimental, com finalidade de analisar se os estudantes puderam desenvolver um melhor aprendizado sobre o conteúdo ou se para eles foi apenas um momento lúdico fora da sala.

Quadro 2: Questionário avaliativo pós- atividade experimental

Quadro 2	
Perguntas	Objetivos
1- O que indica a mudança de coloração apresentada no experimento?	Identificar se os estudantes compreenderam as reações que ocorrem no experimento.
2- Qual metal pesado está presente nas pilhas utilizadas?	Identificar se os estudantes realizaram a coleta de dados.
3- Diante do observado, você considera que os metais pesados podem trazer riscos para os seres vivos?	Analisa se as ideias dos estudantes sobre os metais pesados após a atividade experimental.
4- O que você achou da atividade experimental realizada?	Identificar as ideias dos estudantes sobre a atividade experimental.
5- Você acha que as atividades experimentais te ajudaram a entender mais sobre os metais pesados?	Identificar se os estudantes consideram a atividade realizada como lúdica, ou se eles entendem que ela contribuiu para sua aprendizagem.

Fonte: a autora.

No quarto momento, foi lançada uma situação-problema para os estudantes sobre como seria possível remover os metais pesados presentes nos rios, eles puderam fazer pesquisas em sala de aula e discutir sobre os métodos encontrados por eles nos sites em que pesquisaram, houve também um pequeno diálogo com eles sobre o que acharam das atividades realizadas. Os dados coletados encontram-se no quadro 9.

2.6 - Análise dos dados coletados

Os dados obtidos foram analisados articulando um diálogo com os autores da fundamentação teórica, respaldando os dados coletados nesta pesquisa, caracterizando assim uma pesquisa de natureza qualitativa.

2.7 - Questões éticas aplicadas à pesquisa

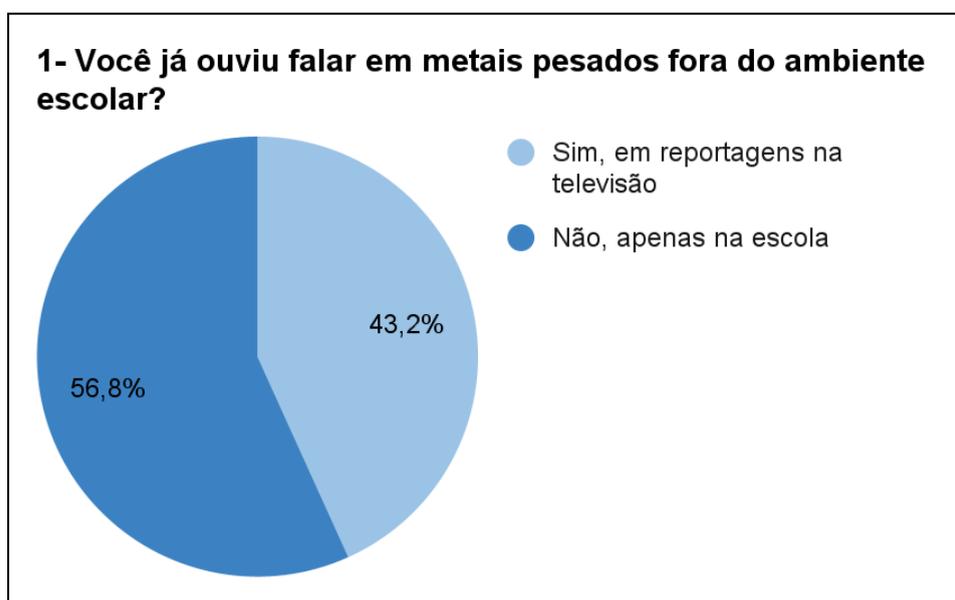
Para preservar o anonimato dos participantes da pesquisa, utilizamos a notação En, onde n corresponde a um número e o E (estudantes). Foi apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pela pesquisadora/licencianda, como o consentimento da participação, autorizando a realização da investigação pela gestão e supervisão, que está no apêndice A.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sequência executada no ensino de metais com os estudantes, teve resultados muito positivos para a aprendizagem dos estudantes e no seu desempenho com relação ao conteúdo, as dificuldades analisadas de início, foram esclarecidas com a aula e a atividade experimental realizada. Neste tópico serão analisados os resultados da implementação das atividades propostas realizando um diálogo com os autores da fundamentação teórica, para respaldar os dados coletados.

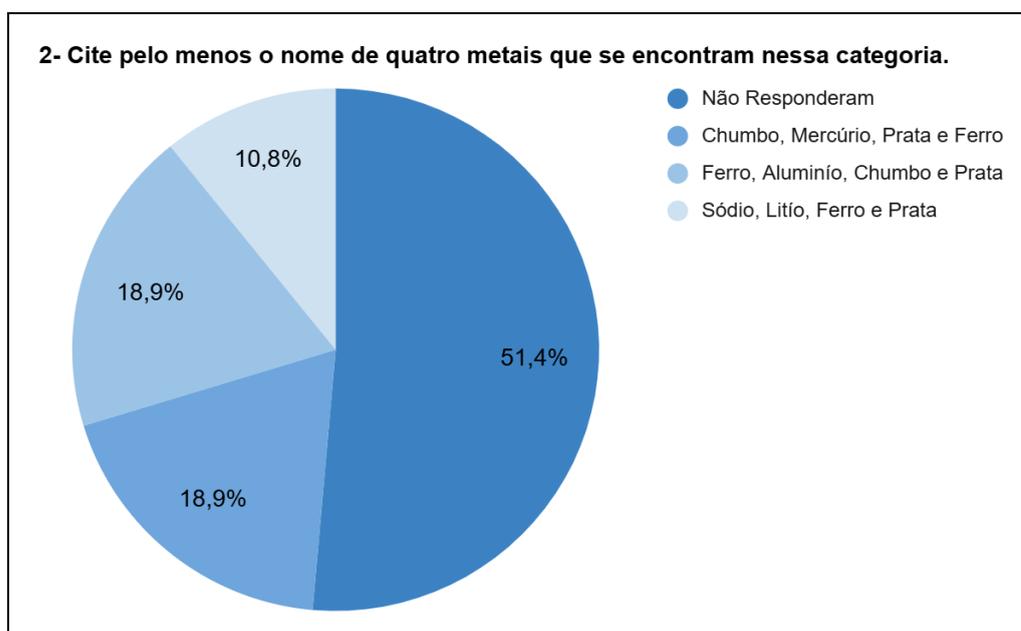
Na primeira etapa das atividades realizadas, inicialmente foi aplicado um questionário diagnóstico com o objetivo de identificar as concepções prévias dos estudantes antes de iniciar a conversa e apresentação do tema principal das atividades. Através dos dados coletados foi possível analisar a visão dos alunos antes de todas as explicações que foram feitas seguindo o curso da sequência didática.

O questionário tinha 5 questões discursivas sobre o tema, foi aplicado na Turma do 1º ano, com um total de 37 estudantes a duração da aplicação deste questionário foi de 25 minutos e para fazer esta aplicação o professor de química da turma cedeu um pouco do tempo de sua aula. Ao analisar as respostas das questões do quadro 1 referente ao primeiro momento da sequência didática é possível perceber as seguintes respostas:



Ao observar os resultados obtidos para esta questão é possível perceber que a maioria dos estudantes relatam que só ouviram sobre os metais pesados na escola. Os estudantes que já ouviram sobre o tema do ambiente escolar destacam que foi através de telejornais. Com essas respostas, considera-se a necessidade de uma aula que traga para os alunos o tema de forma contextualizada, visto que as próprias respostas dos alunos apresentam um viés para fazê-la a partir de recortes de reportagens que apresentem o tema por meio dos impactos causados na sociedade. Como apresentam Nunes e Adorni, (2010) ao discutirem sobre a realização de práticas de ensino mais contextualizadas e amplas para o desenvolvimento de mais habilidades e técnicas estudantes.

Já na segunda questão: Cite pelo menos o nome de quatro metais que se encontram nessa categoria, temos 18 alunos que responderam a pergunta e 19 alunos não souberam responder, o que corresponde a 51,4% dos alunos que não responderam a essa pergunta. Dos alunos que responderam, a maioria citou metais como Chumbo, Mercúrio, Cobre, Prata, Ferro, Alumínio, Estanho, Arsênio e outros citaram elementos da família dos halogênios como Lítio e Sódio, para este caso é importante ressaltar que segundo o professor eles haviam terminado o conteúdo de tabela periódica a pouco tempo, então era esperado que os alunos soubessem e pudessem responder a esta questão com maior facilidade. No entanto, o observado foi o oposto do esperado, o que deu suporte para que fosse apresentado novamente para os estudantes quais metais se encontram nessa classificação.



Na terceira questão foi perguntado: Você poderia explicar porque eles são prejudiciais quando encontrados em rios e efluentes? Novamente temos um número alto de estudantes que não conseguiram responder à questão, apenas 12 estudantes responderam e citaram que os metais podem ser tóxicos, trazer problemas para a saúde, algumas destas respostas estão no quadro 3.

Quadro 3: Respostas dos alunos ao questionário de diagnóstico questão 3.

Quadro 3	
Pergunta	Respostas
3-Você poderia explicar porque eles são prejudiciais quando encontrados em rios e efluentes?	E1: “Porque dependendo do tipo de metal pode poluir e trazer problemas para a nossa saúde”
	E2: “Contaminação dos organismos”
	E3: “Porque pode matar os animais marinhos”
	E4: “Por causa da ferrugem e poluição dos rios”
	E5: “Eles é prejudicado porque enquanto ele <u>está</u> depois a ferrugem vai prejudicar os animais marinhos”
	E6: “Porque eles são tóxicos e podem contaminar os organismos dos rios”
	E7: “Eles são tóxicos e podem contaminar os seres nos rios e depois <u>agente</u> ”

Fonte: a autora.

É possível observar que os alunos apresentam ideias de metais que se encontram nos efluentes em sua forma sólida, ou como pedaços que é em sua maioria a forma que eles conhecem, é possível observar essa concepção nas respostas dos estudantes **E4** e **E5**, assim como eles associam a ferrugem a esta contaminação, mas também entendem que dependendo do tipo de metal que for encontrado nesses rios existe sim os riscos de uma contaminação. Ademais, eles também trazem a ideia de que não só a água fica contaminada, mas também os animais e a flora, indo ao encontro como a literatura que indica que alguns metais pesados são considerados como tóxicos, como discute Duffs (2002, *apud* Lima e Merçon 2011) ao explicar que de acordo com a quantidade e concentração desses metais, eles podem ser prejudiciais, mas que em pequenas quantidades podem ser essenciais para o corpo humano.

Na quarta questão: Os metais pesados podem causar danos aos seres humanos? Eles são essenciais para o corpo humano? Nesta pergunta muitos estudantes responderam, foram aproximadamente 65% dos estudantes dentre as respostas obtidas destacamos as seguintes, no quadro 04:

Quadro 4: Respostas dos estudantes ao questionário de diagnose questão 04.

Quadro 4	
4- Os metais pesados podem causar danos aos seres humanos? Eles são essenciais para o corpo humano?	E1: “Os metais podem ser tóxicos para humanos”
	E2: “Depende, acho que o metal pode fazer mal à saúde”
	E3: “Causar danos, não são bom para o corpo e acho que não são essenciais”
	E4: “Sim, sim porque nós usamos várias ferramentas de metais”

	<p>E5: “Acho que alguns são essenciais, como ferro, mas dependendo do tipo de metal acho que é tóxico sim”</p>
	<p>E6:“Depende do metal, acho que tem os ruins para o ser humanos e tem alguns que são bons”</p>

Fonte: A autora.

Aqui vemos que os estudantes entendem que os metais podem ser tóxicos, mas também existem algumas associações que envolvem o uso dos metais no nosso cotidiano como é evidenciado nas respostas dos estudantes **E4** e **E5**. As associações quanto a toxicidade dos metais pesados muitas vezes é feita pelos estudantes pelo nome dado a essa categoria de elementos químicos, no entanto essa associação muitas vezes acaba trazendo uma imagem errada desses elementos, visto que muitos deles são sim essenciais para o corpo humano, em pequenas quantidades. Essa visão sobre metais pesados é relatada por Lima e Merçon (2011), quando discutem que, em decorrência da veiculação de notícias e informações que mostram os acidentes ambientais que envolvem os metais pesados, acaba podendo gerar uma ideia errada sobre esses elementos. Isso destaca que o papel da escola no ensino sobre os metais pesados é muito importante para que os estudantes entendam e se apropriem dos conhecimentos sobre esses metais, evitando a disseminação de ideias erradas sobre eles.

Na quinta e última questão foi perguntado para os alunos: Para você, como seria possível remover os metais presentes nos rios que possuem alto grau de contaminação por eles? Os alunos responderam de maneira muito positiva apresentando conceitos que eles conhecem ou recordam de alguma aula com o professor, apesar de poucos alunos terem respondido, foram respostas elaboradas com base no conhecimento que eles tinham, que era o objetivo principal, algumas destas respostas estão no quadro 5.

Quadro 5: Respostas dos estudantes ao questionário de diagnose questão 05.

Quadro 5	
Pergunta	Respostas
Para você, como seria possível remover os metais presentes nos rios que possuem alto grau de contaminação por eles?	E1: “Fazendo a descontaminação da água”
	E2: “Fazendo a descontaminação da água, usando os produtos certos para limpar sem prejudicar os peixes”
	E3: “Filtrar a água colocar produtos que podem limpar a água, fazer campanhas de conscientização para a população manter os rios limpos”
	E4: “Com um ímã e seria uma boa colocar placas falando que não pode jogar lixo nos rios ou fazer uma ação social de limpeza nos rios”
	E5: “Usando a pesca magnética”

Fonte: A autora.

Foram respostas muito boas e interessantes ao analisar as colocações dos estudantes **E2** e **E3**, observa-se que eles também envolvem a sociedade em algumas propostas de como descontaminar esses efluentes, outro aluno também colocou que poderiam fazer mutirões de limpeza nos rios. Através dessas respostas foi possível verificar que conseguiram associar os métodos que eles já estudaram para propor uma solução para a questão proposta, mostrando que eles são capazes de propor e citar métodos de separação de misturas, evidenciando o uso de conhecimentos prévios por parte dos mesmos.

No entanto, ao analisarmos tais respostas é possível identificar que os estudantes não conseguem associar os métodos de separação de misturas aos metais pesados e responderam sem saber ao certo o que são esses métodos. Nunes e Adorni (2010), evidenciam essa dificuldade dos estudantes em não aprender e entender o significado do que estudam, reforçando assim, as carências

em estratégias de ensino que propiciem o entendimento dos estudantes sobre aquilo que está sendo abordado em sala de aula.

Na segunda etapa desta sequência, foi realizada uma aula expositiva elaborada com base nos resultados obtidos com a análise do questionário de diagnose. O ponto de partida para iniciar o conteúdo foi a apresentação de trechos de reportagens que abordam a contaminação por metais pesados, onde foi possível situar os estudantes no conteúdo a partir das discussões feitas no início desta aula. Dando sequência com a aula foram feitas explicações para os alunos sobre o que seria um metal pesado, suas principais características e apresentado para eles os principais metais que se encaixam nesta categoria.

Durante a aula alguns questionamentos foram levados aos estudantes, buscando trazer as respostas dadas por eles como meio para construir o conhecimento a partir de fatos e ideias que eles têm sobre o tema, e em algumas respostas obtidas os estudantes foram capazes de citar as reportagens sobre a contaminação por mercúrio em tribos indígenas no início do ano de 2023. Além de utilizar as respostas dos estudantes para a construção da aula, é imprescindível destacar que o ensino de Química de forma contextualizada possibilita o desenvolvimento científico e crítico dos estudantes. Como discutem Trevisan e Martins (2006) e Silva (2019), ao destacarem a necessidade de um ensino de química que possa estabelecer uma ligação entre o conteúdo científico e os acontecimentos presentes no cotidiano dos estudantes por meio da contextualização, a fim de contribuir com a ideia de aprendizagem que vai além do ambiente escolar.

Além disso, Santos (2007), enfatiza que a contextualização pode ser construída através da abordagem de temas sociais e situações reais que de forma dinâmica pode propiciar uma discussão transversal com conteúdo e conceitos científicos que podem estar relacionadas com questões ambientais, econômicas, sociais e políticas entre outros. Neste caso, as questões ambientais utilizadas para trazer as discussões sobre os metais pesados, foi pensada também como forma de possibilitar o estudo de problemas ambientais, além da semana de meio ambiente, que geralmente é quando a escola e professores buscam tratar de questões ambientais nas escolas.

Na terceira etapa foi realizada uma atividade experimental com o objetivo de trazer para os estudantes um pouco das práticas de laboratório e ver como funciona um pouco deste processo de identificação dos metais presentes na água.

Durante a realização da atividade experimental, os alunos se mostraram empolgados com a ideia de ir para o laboratório da escola pela primeira vez, utilizar as vidrarias, reagentes, e pela primeira vez eles puderam fazer o experimento sozinhos apenas com um pouco de auxílio e seguindo as instruções dada pela pesquisadora.

A partir do observado, nota-se que as colocações de Silva, (2016) ao discutir sobre o uso da experimentação favorece a construção de relações entre teoria e prática, e também relações entre as concepções que os estudantes possuem com as novas ideias a serem trabalhadas, condizem com o que foi observado durante a aula prática.

Os alunos se comportaram bastante durante a realização da atividade, assim como, pontuaram questões importantes quanto ao que acontecia durante as reações. Foi possível notar que eles comentavam entre si, sobre a reação entre a solução contaminada e a levedura do fermento biológico e pontuaram sobre a toxicidade dos metais pesados e a quantidade de pilhas que foram utilizadas para o preparo da solução, se uma marca diferente apresentaria outro resultado ou uma quantidade maior. Esta atividade culminou com a realização de um pequeno questionário avaliativo para que pudéssemos analisar se os estudantes alcançaram os objetivos da aula expositiva e da atividade experimental.

Os estudantes entenderam sobre as propriedades dos metais e analisaram essas propriedades no experimento e já estavam pensando além do apresentado com experimento, em como seria o processo para limpar a água contaminada, o que acontece com os organismos que são contaminados, foram questões levantadas por eles.

Outro ponto positivo está ligado principalmente à associação dos estudantes com os metais pesados. Um grupo específico perguntou sobre o que aconteceria se fossem utilizados outros metais como Mercúrio e Níquel. Como abordam Machado e Mói, (2007), ao enfatizarem que as atividades experimentais podem auxiliar os

estudantes no processo de consolidar os conhecimentos adquiridos de forma teórica e relacioná-los e compreendê-los.

Os achados de Andrade e Teixeira (2019), também vão ao encontro com as ideias de Machado e Mói (2007), os autores pontuam que o uso de atividades experimentais permite instigar os estudantes e, também, promove a formação de cidadãos estimulados e críticos, como propõe a BNCC (Brasil, 2018). Os autores também atribuem o uso de materiais alternativos como possibilidade para a elaboração de atividades experimentais. No caso desta atividade eles foram utilizados para proporcionar o maior número possível de material para que os estudantes pudessem participar ativamente da prática proposta.

Da mesma forma, Giordan (1999), Santos e Menezes (2020), ressaltam que as atividades experimentais potencializam a aprendizagem dos estudantes, e os envolve na temática e nos conteúdos que estão sendo abordados com a atividade. Assim, os autores, contribuem ainda mais com a ideia de que a experimentação promove uma melhoria no processo de ensino-aprendizagem e contribui para o envolvimento do estudante nas aulas, pois um dos pontos positivos da realização da atividade experimental foi a postura dos estudantes durante a aula, eles se mostraram concentrados e curiosos com todo o processo.

A seguir, no quadro 06, podemos observar as respostas de alguns estudantes, em relação à primeira questão do questionário após o experimento, essas respostas foram individuais apesar do experimento ter sido realizado em grupo.

Quadro 6: Respostas dos estudantes ao questionário pós-experimento questão 01.

Quadro 6	
Pergunta	Respostas
1-O que indica a mudança de coloração	E1: “indica que o fermento está reagindo com a solução de pilha e que a água está contaminada por causa do metal pesado que tem na pilha”
	E2: “que a reação aconteceu e que as leveduras estão em uma solução que pode ser tóxica e por isso vão morrendo

apresentada no experimento?	e por isso a cor muda com o tempo porque elas produzem menos gás carbônico”
	E3: “indica que as leveduras do fermento estão morrendo por causa do metal pesado da pilha e cor muda por causa da diminuição do gás carbônico”
	E4: “porque o metal pesado pode ser tóxico e com o passar do tempo a levedura vai morrendo porque tá em contato com a água contaminada, por isso mudou de cor”

Fonte: a autora.

As respostas dos estudantes mostram que os estudantes puderam entender e associar as explicações dadas durante a atividade com a toxicidade dos metais apresentada na mudança de coloração ocasionada pela diminuição da viabilidade celular das leveduras que estavam em contato com a solução do extrato de pilhas como fora explicado. Isso evidencia o que Silva (2016) aponta sobre o estabelecimento de relações entre a teoria e a prática.

Na segunda questão os alunos foram perguntados sobre qual tipo de metal presente no extrato de pilhas e todos responderam que era o Zinco, pois todos os estudantes puderam ver as pilhas que foram utilizadas para o preparo da solução e analisaram o rótulo das mesmas e identificaram que o metal presente na pilha utilizado no experimento tinha Zinco.

Na terceira questão os estudantes foram perguntados se os metais pesados poderiam trazer riscos para os seres vivos, resgatando uma das questões do questionário de diagnóstico. Nas respostas dos estudantes podemos observar que eles mantêm as mesmas ideias apresentadas no primeiro questionário, mas que neste eles associam a toxicidade dos metais a quantidade de metal presente no meio, ao tipo de metal e ao descarte errado de materiais que contêm esses elementos na sua constituição, como podemos observar nas respostas de alguns estudantes no quadro 07.

Quadro 7: Respostas dos estudantes ao questionário pós-experimento questão 03

Quadro 7	
Pergunta	Respostas
3- Diante do observado, você considera que os metais pesados podem trazer riscos para os seres vivos?	E1: “Sim, porque os metais pesados podem ser tóxicos e podem causar danos aos seres vivos se eles tiverem em grande quantidade e forem descartados de forma errada.”
	E2: “Sim, eles são tóxicos e em muita quantidade podem ser prejudiciais para os seres vivos, como os peixes nos rios que se contaminam por causa do descarte errado de lixo.”
	E3: “Sim, fazem mal porque podem ser tóxicos e podem contaminar os rios, como aconteceu com as tribos indígenas e os rios contaminados com mercúrio, por causa do garimpo ilegal.”
	E4: “Sim, eles podem fazer <u>mal</u> para os seres vivos dependendo da sua concentração.”
	E5: “Sim, alguns desses metais podem ser tóxicos e contaminar os seres vivos nos rios por causa do descarte errado do lixo como pilhas, baterias etc.”

Fonte: a autora.

Diante das respostas dos estudantes pode-se observar que o discutido por Cardoso e Colinvaux (2000), sobre o ensino de Química possibilitar ao homem o desenvolvimento de uma visão acerca do mundo em que é possível analisar, compreender e utilizar o conhecimento adquirido para inferir sobre determinadas situações, vai ao encontro com o observado nas respostas dos estudantes **E1**, **E2**, **E3** e **E5**. Esses estudantes relacionam o que foi estudado nas aulas e trazem no caso do estudante **E3** uma situação que aconteceu no Brasil em decorrência da contaminação por metais pesados, e os alunos **E1**, **E2** e **E5** discutem também sobre

essa contaminação e poluição decorrer do descarte de materiais que possuem metais pesados em sua composição.

Nas questões quatro e cinco os estudantes responderam sobre quais suas impressões da aula experimental e se eles consideram que ela contribuiu para a aprendizagem do conteúdo de metais pesados. Foram respostas muito positivas que indicam que os estudantes gostaram da atividade proposta e que o experimento contribuiu para que eles pudessem entender melhor sobre os metais pesados. Esses resultados justificam as afirmações de Machado e Mói (2007), que abordam o uso de atividades experimentais como uma estratégia que auxilia os estudantes no processo de consolidação do conhecimento, e contribuem para que os mesmos possam correlacionar as aprendizagens de sala de aula com diversos temas, como podemos observar nas respostas de alguns estudantes no quadro 08.

Quadro 8: Respostas dos estudantes ao questionário pós-experimento questões 04 e 05.

Quadro 8	
Perguntas	Respostas
4 - O que você achou da atividade experimental realizada?	E1: “Achei bem legal, nunca tinha participado de uma aula experimental, foi bem legal.”
	E2: “Eu gostei da aula, foi bem legal e foi bom aprender sobre isso porque eu não sabia que esses metais eram importantes, <i>mais</i> que precisamos ter cuidado na hora de descartar as pilhas e baterias que tem em casa.”
	E3: “Eu gostei, não foi chata e foi bem legal ver a reação e as cores mudando, e no meu grupo todo mundo fez uma parte.”
	E5: “Foi muito boa, eu gostei de fazer e ver as reações acontecendo foi bem legal poder fazer.”
	E6: “Sim, porque eu não sabia que eles podiam ser tóxicos, pelo nome achei

<p>5 - Você acha que as atividades experimentais te ajudaram a entender mais sobre os metais pesados?</p>	<p>que eles fossem mais pesados que os outros.”</p>
	<p>E7: “Sim, com o experimento <u>agente</u> viu que eles podem ser tóxicos e podem prejudicar os seres vivos, foi legal fazer também e misturar.”</p>
	<p>E8: “Eu acho que sim, ajudou a entender melhor sobre a toxicidade deles e sobre a quantidade os que são essenciais e os que podem fazer <u>mau</u>”</p>
	<p>E9: “Acho que sim, foi bem legal fazer a ajudou a entender mais sobre os metais pesados a aula e o experimento que a professora deixou <u>agente</u> fazer, eu nunca tenha feito isso”</p>

Fonte: a autora.

É importante destacar também que as atividades experimentais inseridas nas primeiras classes do ensino médio podem auxiliar no maior envolvimento dos estudantes nas aulas de Química. Fazer o uso destas práticas pode proporcionar uma visão de que os conteúdos de Química não são apenas formados por cálculos, fórmulas e teorias. Ao fazer isso nas classes iniciais trazendo discussões contextualizadas pode ser bom não só para a aprendizagem, mas pode contribuir para desmistificar a ideia de que a Química é uma ciência chata, pois esta é a visão que muitos estudantes têm sobre esta disciplina.

Como apontam Cardoso e Colinvau (2000), a respeito dos objetivos do ensino desta disciplina nas escolas poder ser alcançado abandonando as aulas baseadas somente na memorização de fórmulas, trazendo para os estudantes aulas que possam vincular os conhecimentos e conceitos com o dia-a-dia dos estudantes.

Na última etapa desta sequência, foram realizadas pesquisas de possíveis soluções de retirada dos metais pesados de rios e efluentes, tudo foi pensado para que os alunos pudessem visualizar a problemática que são os metais pesados como agentes contaminantes e como eles afetam os ecossistemas aquáticos e acabam se tornando um problema para os seres humanos quando são ingeridos. Ademais,

trabalhar questões químicas atreladas ao conteúdo estudado pelos estudantes de maneira interligada com as questões sociais, ambientais, científicas e tecnológicas.

Os alunos tiveram que pesquisar, em grupo, artigos que propusessem soluções para a retirada de metais pesados dos rios e efluentes. Alguns trechos das soluções propostas seguem no quadro 9.

Quadro 9: Respostas da situação- problema.

Quadro 9	
<p>Nos arredores da escola existe um rio que algumas pessoas da comunidade utilizavam e até tomavam banho, mas atualmente ele encontra-se com a água escura pois alguns moradores descartam lixo eletrônico contendo muitas pilhas e baterias fontes de metais que podem contaminar esse rio. Após algumas pessoas relatarem ter adoecido ninguém mais entra nesse rio. As autoridades responsáveis já foram contactadas pela comunidade, mas nenhum retorno foi dado. Como saber se esses metais são responsáveis por essa cor escura? Seria possível fazer a remoção desses metais do rio contaminado?</p>	<p>G1: “para fazer a remoção do mercúrio dos rios podemos utilizar cascas de banana para fazer isso, depois de identificar os metais elas podem ser usadas para fazer a remoção sem utilizar produtos químicos, elas também podem ser utilizadas em estações de tratamento de água”</p>
	<p>G2: “primeiro temos que identificar os metais, depois podemos fazer a remoção deles com uma placa de metal com um eletrodo de platina.... para extrair o mercúrio da água”</p>
	<p>G3: “por meio da identificação do metal com os experimentos, podemos remover eles, com produtos que removem os metais da água sem prejudicar os peixes”</p>

Fonte: A autora.

Os grupos pesquisaram e puderam formular suas respostas, além disso é notório que nas respostas formuladas o processo de identificação está presente nas propostas, e essa foi a atividade experimental realizada com eles.

Este foi um momento em que foi possível perceber que a maioria dos alunos se envolveu com a proposta e que não estavam mais em um clima de brincadeira como no primeiro encontro, alguns alunos citaram que gostaram bastante da

atividade realizada no laboratório e que gostariam de realizar outras atividades experimentais. Outros já destacaram que foi interessante estudar um pouco mais sobre os metais e saber sobre suas propriedades e aplicação e sobre os perigos do descarte incorreto de fontes desses metais, como é o caso das pilhas e baterias.

As atividades experimentais, como aborda Almeida *et al.*, (2018), são estratégias que complementam as temáticas abordadas em sala de aula, ou até mesmo saem da temática de ensino tradicional, onde se espera que os alunos passem de passivos para ativos no processo de aprendizagem. A experimentação contribui para que os estudantes vivenciem um lado dinâmico da ciência, sem deixar de lado os conhecimentos que devem ser adquiridos com a realização destas atividades.

A experimentação no ensino de Química é importante pois como discutem, Giordan (1999), Santos e Menezes (2020), favorece o alcance da potencialização da aprendizagem pois ela consegue se adequar às necessidades de aprendizado dos estudantes. Esta é uma estratégia que pode promover uma melhora no processo de ensino-aprendizagem de alguns conteúdos de Química.

Ademais, como visto nesta sequência didática ela ajuda a promover o trabalho em grupo que instiga e envolve os estudantes a pensarem juntos sobre as hipóteses levantadas para resolução de problemas, assim como oferece um ambiente em que os estudantes possam escutar a opinião do outro e respeitar pensamentos que são diferentes.

A sequência também traz o uso de pesquisas na literatura para que os alunos possam ir além do que é abordado em sala de aula, para estudar e conhecer mais sobre o conteúdo estudado. Atualmente a facilidade no acesso à informação pode ser utilizada como ferramenta para que os estudantes possam se aprofundar no conteúdo abordado nas aulas. Estas pesquisas devem ser incentivadas para que as abordagens não sejam somente utilizando livros didáticos e aulas expositivas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa buscou analisar uma sequência didática que utiliza a experimentação no ensino do conteúdo de metais pesados, por meio de uma proposta de identificação dos mesmos em soluções aquosas. O público-alvo desta sequência foi uma turma do primeiro ano do Ensino Médio que nunca havia participado de uma atividade experimental.

Ao aplicar o questionário diagnóstico para o levantamento das ideias prévias dos estudantes sobre os metais pesados, foi possível elencar as dificuldades apresentadas pelos mesmos sobre o assunto. Essa parte inicial da pesquisa promoveu a investigação sobre este conteúdo para que posteriormente fosse possível trabalhar o tema com os estudantes de forma que eles pudessem desenvolver o conhecimento acerca do mesmo, entendendo as características e propriedades desses metais pesados.

As concepções prévias desses estudantes sobre o tema foram de extrema importância para que ele fosse desenvolvido com base nas ideias que eles já tinham, mas que eram carentes de conhecimento científico. Essas dificuldades foram essenciais para a escolha da atividade experimental que pudesse envolver essas dificuldades e aproximar os estudantes do conhecimento para desenvolver relações entre teoria e prática. As atividades experimentais proporcionam esse estabelecimento de relações e contribuem com a consolidação do conhecimento químico.

Com as atividades realizadas foi possível concluir que todos os objetivos propostos foram alcançados e que foi possível desenvolver com os estudantes o tema da forma esperada, visto que todas as discussões e atividades planejadas foram realizadas com a participação ativa dos estudantes e com um bom aproveitamento. Foi possível notar que eles se mostraram mais motivados em participar da aula e das discussões antes, durante e depois da realização da atividade experimental.

A atividade experimental realizada trouxe uma nova vivência para estes estudantes e propiciou uma visão diferente sobre o ensino de Química, a experimentação pode trazer um lado diferente a Química, mostrando para os

estudantes que ela pode ser interessante, divertida, lúdica sem deixar de lado a intencionalidade pedagógica para que a aprendizagem ocorra com maior participação e protagonismos dos estudantes.

Ademais, no decorrer das atividades pude perceber que os estudantes se mostraram mais ativos e entusiasmados no que diz respeito à participação nas discussões levantadas e na realização do experimento que já dito, foi algo novo para eles que nunca tiveram contato com o laboratório ou não se davam conta de que uma reação química estava ocorrendo. Isso evidencia a carência que esses estudantes tinham em aulas que utilizassem estratégias que pudessem trazê-los como figura principal no processo de ensino-aprendizagem, visto que em aulas com características tradicionais a participação dos estudantes e estímulo são mínimos.

Além disso, eles também mostraram interesse pelas questões ambientais e sociais expostas durante a sequência levantando ideias e fazendo perguntas relevantes para as discussões, os estudantes puderam participar mais das aulas, como agentes principais de toda a sequência. Foi importante tratar com os estudantes o tema trazendo questões reais para introduzir todo o conteúdo durante as aulas, relacionando conceitos químicos com problemas ambientais que estão afetando não só o meio ambiente, mas também a sociedade como um todo, pois, acreditamos, temáticas como essas são pouco trabalhadas nas escolas brasileiras.

Dessa forma, concluímos que o uso de atividades experimentais no ensino de alguns conteúdos de Química, facilita a compreensão de conceitos teóricos e promove um ambiente de aprendizagem mais envolvente. A experimentação se mostra como uma boa estratégia para melhorar a aprendizagem dos estudantes e favorecer a compreensão de alguns conteúdos de química que, muitas vezes são explicados em sala de aula, mas não contemplam as dificuldades apresentadas pelos estudantes. Sabemos que o uso dessa estratégia pode ser desafiador para os(as) professores(as) que atuam em escolas que contam com laboratórios carentes em materiais para realização destas atividades, a deficiência na formação de alguns em relação a abordagem experimental e falta de tempo para elaborar as mesmas.

REFERÊNCIAS

ADRIANO, D.C. Trace elements in the terrestrial environment. **New York: Springer-Verlag**, 533p, 1986.

ALMEIDA, S. B.; SOUZA, B. V.; CHAVES, F. E. S; FEITOSA, F. L.; BIZERRA, A. M. C. **EXPERIMENTAÇÃO: uma proposta de intervenção didática para o ensino de química**, Anais V CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2018.

ANDRADE, A.; TEIXEIRA, R.R.P. O uso de experimentos de baixo custo em atividades de extensão de divulgação científica. **Revista Compartilhar**. São Paulo, v.3 p. 49-52, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **PCN+ Ensino médio. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias**. Brasília-DF, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Secretaria de Educação Básica (SEB). Orientações curriculares para o ensino médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. 2. Brasília, DF: MEC/SEB, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a Base**. Brasília-DF., 2018.

CARDOSO, S. P; COLINVAUX, D. Explorando a Motivação para Estudar Química, **Química Nova**. Ijuí: Unijuí, v.23, n.3, 2000.

CEBULSKI, E. S. F.; MASSAO, M. **A história da química como facilitadora da aprendizagem do ensino de química** – 2010.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa Qualitativa em Ciências Humanas e Sociais**. Recife, Pernambuco. Editora: Vozes, 1ª ed. 2006.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do ensino de ciências**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2000.

DUFFUS, J.H. Heavy metals - A meaningless term? **Pure and Applied Chemistry**, v. 74, n. 5, p. 793-807, 2002

EGREJA FILHO, F.B. Avaliação da ocorrência e distribuição dos metais pesados na compostagem de lixo domiciliar urbano. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Agroquímica) - Universidade Federal de Viçosa, 176p, 1993.

GALIAZZI, M. C. et al. Objetivos das Atividades Experimentais no Ensino Médio: A pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v.7, n.2, 2001.

GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D.T. **Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS** – Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**. n. 10, p. 43-49, 1999.

GONÇALVES JUNIOR, A.C.; PESSOA, A.C.S. Fitodisponibilidade de Cádmio, Chumbo e Crômio, em soja cultivada em argilossolo vermelho eutrófico a partir de adubos comerciais. **Scientia Agrária**, v.3, n.1-2, p.19-23, 2002.

Instituto Nacional de Câncer (Brasil). Metais pesados, câncer e os riscos ambientais / **Instituto Nacional de Câncer**. – Rio de Janeiro : INCA, 2024.

LEITE, B. S; LEÃO, M.B.C; ANDRADE, S.A. Videocast: uma abordagem sobre pilhas eletrolíticas no ensino de química. **Tecnologias na Educação**. n. 1, 2010.

LIMA, J. O. G. Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do Ensino de Química no Brasil. **Revista Espaço Acadêmico**, Maringá, v. 12, n. 140, p. 71-79, 2013.

LIMA, J.O.G. Perspectivas de novas metodologias no Ensino de Química. **Revista Espaço Acadêmico**. n. 136, 95-101, 2012.

LOBATO, A., C., A. **Abordagem do efeito estufa nos livros de química: uma análise crítica**. Monografia de especialização. Belo Horizonte, 2007, CECIERJ.

MACHADO, A. H. **Aula de química**: discurso e conhecimento. 2.ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004.

MACHADO, P. F. L.; MÓL, G. S. Experimentando Química com Segurança. **Química Nova na Escola**. nº 27, p. 57-60, 2008.

MERÇON, F. A experimentação no Ensino de Química. IV encontro nacional de pesquisa em educação em ciências. **Anais**. Bauru, São Paulo, 2003.

MONTEIRO, Natália da Silva, e VASCONCELOS, Flávia Cristina Gomes de Catunda, Discussões sobre Metais em Sala de Aula utilizando a História em Quadrinhos (HQ) do Wolverine. **Revista Debates Em Ensino De Química**, 8(1), 2022.

MUCIN, Danielle. **As TIC no documento BNCC: a química nesse contexto**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2020.

NUNES, A. S.; ADORNI, D.S. **O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos(as) alunos(as)**. In: Prática Pedagógicas e inclusivas no ensino de ciências, Felipe Vítório Ribeiro e Walmir Fernandes Pereira (org). Guarujá-SP: Científica Digital, 1ed.2023.

OLIVEIRA, Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae** v. 12 n.1 p.139-153 jan./Jun. 2010.

POVINELLI, J. **Ação dos metais pesados nos processos biológicos de tratamento de águas residuárias**. Tese (Livre Docência em Engenharia/Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 1987.

PRODANOV, C. C. e FREITAS.E.C **Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. –2. ed. – Novo Hamburgo: 2013.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Revista e Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2007.

SILVA, S.A. As atividades Experimentais no Ensino de Ciências: Construindo caminhos em busca da profissionalização docente. **Ecossistema**, São Paulo, n.33, p.95-107, 2014.

SILVA, A. **A importância da experimentação no ensino de química e ciências**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Estadual Paulista – UNESP. Bauru 2016.

SILVA, B. M. **Uma estratégia de ensino e aprendizagem com o enfoque CTSA numa perspectiva contextualizada através do conteúdo de eletroquímica**. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2019.

Souza, A. K. R., et al. Poluição do ambiente por metais pesados e utilização de vegetais como bioindicadores. **Acta Biomedica Brasiliensia**, Rio de Janeiro, vol. 9, n.3, p.95-106

TREVISAN, T. S. e MARTINS, P. L. O.. A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites. **UNIrevista**. Vol. 1, nº 2 : abril, 2006.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

GESTÃO E SUPERVISÃO (A)

Solicitamos a autorização do (a) Sr. (a) para que possamos realizar a atividade de intervenção intitulada: “A experimentação no Ensino de Química: Análise de uma proposta de sequência didática para o ensino de Metais Pesados” do estabelecimento de ensino que atua. A atividade foi elaborada nos Estágios Supervisionado Obrigatório I e II do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco e faz parte do processo avaliativo dos (as) licenciandos (as).

Esta atividade é da responsabilidade de Isabela Januario de Lima, residente na Rua Barão de Loreto. Número 37, Aldeia, Camaragibe, CEP: 54786-210, isabelajanuariolima7@gmail.com, com número para contato: (81) 9 8722-4805 (inclusive para ligações a cobrar). A atividade está sob a orientação de: Helaine Sivini Ferreira, e-mail helaine.ferreira@ufrpe.br

O(a) senhor (a) será esclarecido(a) sobre qualquer dúvida com o responsável por esta atividade. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue a você e a outra ficará com o pesquisador responsável.

O(a) senhor(a) estará livre para decidir permitir ou recusar-se. Caso não permita, não haverá nenhum problema. Para participação neste estudo, deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper participação em qualquer fase da atividade, sem nenhum prejuízo.

INFORMAÇÕES SOBRE O ESTUDO:

Descrição do estudo

O presente estudo tem como objetivo central investigar o uso de atividades experimentais no ensino de metais pesados, para adolescentes. O objetivo principal é explorar como a implementação de experimentos e atividades práticas pode melhorar o processo de ensino-aprendizagem desses conceitos químicos. A pesquisa aplica atividades práticas para tornar o conteúdo mais atrativo, e engajador proporcionando aos alunos oportunidades de manipular e experimentar diretamente os conceitos químicos.

A abordagem com práticas experimentais no ensino de Química proporciona um melhor entendimento dos conceitos teóricos e desenvolvimento de conhecimento sobre os métodos de abordagem científica, assim como estabelece um ambiente de aprendizagem mais lúdico.

Esclarecimento do período de participação da criança/adolescente na atividade, turma (s) onde será aplicada a atividade, local, início, término e número de visitas para o estudo.

A atividade será realizada de Junho de 2023 a Setembro de 2023, em uma turma de 1º ano do Ensino Médio, na Escola EREM Tito Pereira de Oliveira, com início no mês de junho de 2023 e término no mês de Setembro de 2023, com um total de 12 visitas para estudo.

Riscos diretos para o responsável e para os voluntários

Entendendo que o estudo fará uso de fotografias, é possível que os atores possam apresentar estado de desconforto e/ou constrangimento. Todavia, conforme observado anteriormente, a metodologia adotada para o processo investigativo presa pela implementação de ações como: esclarecimentos, presença do investigador em aulas por tempo necessário para relativo aceite e, assim, possa fazer uso dos instrumentos de obtenção dos dados, dentre outras providências necessárias para o atendimento de possíveis situações inusitadas. Entendemos que o cumprimento de tais protocolos nos conduzirão a um estado de minimização de possíveis constrangimentos e/ou desconfortos indesejáveis para o processo ético investigativo.

Benefícios diretos e indiretos para os voluntários.

Impacto do estudo, a curto e longo prazo, na compreensão de abordagens didáticas importantes do ensino de Química com possíveis desdobramentos em sala de aulas, visando à utilização de atividades experimentais e facilitação da aprendizagem e popularização do ensino de Química.

Todas as informações e conhecimentos consequentes deste estudo serão confidenciais, quanto às questões pessoais relativas aos atores envolvidos no

processo, exceto entre os partícipes, e publicáveis em eventos e fóruns científicos as questões relativas à produção de conhecimentos científicos que dele vier. Acrescentamos, ainda, que adotamos nomes fictícios para os atores sociais envolvidos no presente estudo e os dados obtidos (por meio do formulário) e registrados no Relatório Final da Disciplina Estágio Supervisionado Obrigatório II. Os dados coletados nesta pesquisa (gravações, entrevistas, fotos, filmagens, etc), ficarão armazenados em uma pasta de computador pessoal sob a responsabilidade da orientadora Professora Helaine Sivini Ferreira no endereço acima informado, pelo período mínimo de 5 anos.

Informamos que o (a) licenciado (a) se compromete a enviar o artigo elaborado ao final da disciplina para sua ciência. Caso não seja entregue, a orientadora pode ser contactada para que o artigo seja enviado ao (a) licenciando (a).

O (a) senhor (a) não terá custo financeiro e nem receberá nenhum pagamento para a participação na atividade, sendo a participação no estudo voluntária.

Assinatura do (a) licenciando (a)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o (a) licenciando (a) responsável, concordo em autorização o estudo “O uso de atividades experimentais como auxílio no processo de ensino-aprendizagem das funções inorgânicas ácidos e bases”. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo(a) licenciando(a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

Local e data _____

Assinatura do (a) Gestor (a)

Assinatura do (a) Supervisor (a)