

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA

Aline Gonçalves Felix

Química Forense: uma ferramenta motivadora para a ampliação do
conhecimento de Química e Conscientização Ambiental

Maceió - AL

2024

Aline Gonçalves Felix

Química Forense: uma ferramenta motivadora para a ampliação do conhecimento de Química e Conscientização Ambiental

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao curso de Licenciatura em Química na Universidade Federal de Alagoas - UFAL campus A.C. Simões, como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Química, sob orientação da Profa. Dra. Thatiane Veríssimo dos Santos Martins.

Maceió - AL

2024

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

F316q Felix, Aline Gonçalves.

Química forense: uma ferramenta motivadora para a ampliação do conhecimento de química e conscientização ambiental / Aline Gonçalves Felix. – 2024.

51 f. : il.

Orientadora: Thatiane Veríssimo dos Santos Martins.

Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Química: Licenciatura) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Química e Biotecnologia. Maceió, 2024.

Bibliografia: f. 45-50.

Apêndices: f. 51.

1. Estudo de caso. 2. Química ambiental. 3. Química legal. 4. Interdisciplinaridade. I. Título.

CDU: 54:504

Aline Gonçalves Felix

Química Forense: uma ferramenta motivadora para a ampliação do conhecimento de Química e Conscientização Ambiental

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao curso de Licenciatura em Química na Universidade Federal de Alagoas - UFAL campus A.C. Simões, como requisito parcial para obtenção do título de licenciado em química apresentado no dia 10/05/2024.

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **THATIANE VERISSIMO DOS SANTOS MARTINS**
Data: 10/05/2024 12:07:47-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Orientadora: Prof^a. Dr^a. THATIANE VERISSÍMO DOS SANTOS MARTINS
(UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS)

Documento assinado digitalmente
 **FRANCINE SANTOS DE PAULA**
Data: 10/05/2024 12:02:28-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Examinador interno: Prof^a. Dr^a. FRANCINE SANTOS DE PAULA
(UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS)

Documento assinado digitalmente
 **ICARO MOTA OLIVEIRA**
Data: 10/05/2024 11:54:48-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Examinador externo: Dr. ÍCARO MOTA OLIVEIRA
(UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS)

Maceió - AL
Abril de 2024

AGRADECIMENTOS

A minha trajetória durante a graduação foi, com toda certeza, guiada pela mão divina. Sem ela, eu não teria conseguido passar por todos os momentos difíceis. Obrigada, Senhor, por não me abandonar e por dar a mim e aos meus pais a força necessária para seguir em frente. Que a sua luz continue a iluminar o meu caminho em todas as etapas que ainda estão por vir.

Aos meus pais, Maria das Dores e Reinaldo Felix, meu muito obrigada por nunca me permitirem pensar em desistir de um sonho. Esse trabalho não teria sido possível sem a ajuda de vocês.

Aos amigos que colecionei durante esse percurso, vocês foram responsáveis pelos momentos mais felizes da minha graduação. Em especial, gostaria de expressar minha gratidão à Kézia Lira e Andressa Laís. Obrigada por estarem comigo até o fim e por trazerem leveza em momentos de dificuldades. Sem vocês, teria sido muito mais difícil. Cada lembrança compartilhada será eternamente valorizada.

Aos professores, pela paciência e dedicação, obrigada por compartilharem comigo os seus conhecimentos. Em especial, gostaria de expressar minha gratidão à Profa. Dr^a. Francine, cuja energia e alegria são extraordinárias, tornando cada interação enriquecedora e inspiradora.

A minha orientadora Prof^a. Dr^a Thatiane Veríssimo, que me encorajou e confiou em mim para a realização deste trabalho. Expresso minha sincera gratidão pela orientação fornecida e pelas valiosas contribuições.

E por último, mas não menos importante, queria dedicar esse trabalho aos meus irmãos Aleksandro e Alessandro, que mesmo não estando aqui presente estarão sempre em minha memória.

Finalizar um ciclo é, quase sempre, muito difícil, mas este eu encerro com a certeza de que dei o meu melhor. Me perdoe pelos meus erros, aplaudo meus acertos e venero minha trajetória. A Aline estudante de ontem, que seguiu firme diante de tantos obstáculos, foi responsável por moldar a Aline formada de hoje

RESUMO

A situação atual do ensino de Química varia conforme o contexto de cada região e condições socioeconômicas. Desafios comuns incluem abordagens pedagógicas convencionais, acesso à tecnologia, interdisciplinaridade, contextualização, equidade e formação qualificada dos professores. Este último desempenha um papel crucial na sala de aula, influenciando diretamente a experiência educacional dos alunos. A busca por uma abordagem educacional inovadora e eficaz é necessária para promover a transmissão de conhecimento e a conscientização em temas importantes. Nesse contexto, o ensino de Química com enfoque ambiental emerge como uma ferramenta motivadora para promover a consciência ambiental e o desenvolvimento de habilidades investigativas. O presente trabalho traz uma abordagem didática inovadora que integra técnicas de investigação forense e conhecimentos científicos na área ambiental, visando promover uma aprendizagem ativa, significativa e interdisciplinar para os alunos, enquanto estimula a consciência ambiental e o engajamento com questões socioambientais. Para chegar em tal objetivo, foi aplicada a metodologia de ensino por investigação pelo método de Estudo de Caso (EC). Metodologias escolhidas, pois, frequentemente é considerada um método eficaz de ensino para o ensino médio por promover o engajamento dos alunos. Foi aplicado dois questionários para saber o nível dos estudantes, em seguida foi feito o estudo de caso e por fim os mesmos questionários foram aplicados novamente visando a comparação das respostas. Os resultados mostraram que após a atividade houve um aumento no acerto das respostas de 24% para 66% mostrando que na turma do 3º ano a atividade teve uma eficiência de 42%. O resultado positivo acompanhou o questionário 2, onde houve um aumento de 26% nos acertos das questões. Para a turma do 2º ano o questionário 1 teve um aumento de 23% nas respostas certas. A dinâmica permitiu que os alunos recordassem conceitos anteriores e discutissem entre si a execução dos experimentos, destacando a importância do diálogo no aprendizado. Além disso, no questionário 2 os resultados das respostas não tiveram variações. As conclusões deste trabalho extrapolam os limites da sala de aula, fornecendo aos alunos conhecimento científico prático de forma acessível, desmistificando a ideia de dificuldade na disciplina de Química e capacitando-os a se tornarem agentes de mudança em suas comunidades.

Palavras-chave: Estudo de caso, Química ambiental, Química forense, interdisciplinaridade

ABSTRACT

The current situation of Chemistry teaching varies depending on the context of each region and socioeconomic conditions. Common challenges include conventional pedagogical approaches, access to technology, interdisciplinary, contextualization, equity and qualified teacher training. The latter plays a crucial role in the classroom, directly influencing students' educational experience. The search for an innovative and effective educational approach is necessary to promote the transmission of knowledge and awareness on important topics. In this context, teaching Chemistry with an environmental focus emerges as a motivating tool to promote environmental awareness and the development of investigative skills. This work brings an innovative didactic approach that integrates forensic investigation techniques and scientific knowledge in the environmental area, aiming to promote active, meaningful and interdisciplinary learning for students, while stimulating environmental awareness and engagement with socio-environmental issues. To achieve this objective, the research teaching methodology was applied using the Case Study (CE) method. Methodologies chosen because it is often considered an effective teaching method for high school as it promotes student engagement. Two questionnaires were applied to find out the students' level, then the case study was carried out and finally the same questionnaires were applied again to compare the answers. The results showed that after the activity there was an increase in correct answers from 24% to 66%, showing that in the 3rd year class the activity was 42% efficient. The positive result followed questionnaire 2, where there was a 26% increase in the correct answers to the questions. For the 2nd year class, questionnaire 1 had a 23% increase in correct answers. The dynamic allowed students to recall previous concepts and discuss the execution of experiments among themselves, highlighting the importance of dialogue in learning. Furthermore, in questionnaire 2 the results of the responses did not vary. The conclusions of this work go beyond the limits of the classroom, providing students with practical scientific knowledge in an accessible way, demystifying the idea of difficulty in the Chemistry discipline and enabling them to become agents of change in their communities.

Keywords: Case study, Environmental chemistry, Forensic chemistry, interdisciplinarity

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVO.....	15
2.1	Objetivos específicos	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1	Desafios para uma educação eficaz	16
3.2	Abordagem Prática e Contextualizada no Ensino de Química	17
3.3	O uso da química na educação básica de química	19
3.3.1	Estudo de caso como metodologia ativa de ensino	20
3.4	Metodologia ativa de ensino utilizando a química forense como incentivo nas ciências	21
3.5	A química forense e seus experimentos como tema norteador no ensino de química	22
3.5.1	O uso do ensino de química e técnicas lúdicas para a educação ambiental	22
3.6	Inovação para o incentivo de engajamento dos alunos	24
4	METODOLOGIA.....	25
4.1	Etapa de diagnóstico e orientação	27
4.2	Etapa de aplicação prática	29
4.3	Análise ambiental.....	32
4.4	Parte investigativa	32
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
7	PERSPECTIVA FUTURA	45
	REFERENCIAS.....	46

Apêndice I		52
-------------------------	--	-----------

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Frequência de publicações com os termos: Estudo de caso, Química ambiental, Química forense, interdisciplinaridade.	24
Figura 2: Ilustração do incêndio	29
Figura 3: ilustração do rio contaminado	29
Figura 4: Ilustração do descarte incorreto do lixo	30
Figura 5: Imagens da câmera de segurança	30
Figura 6: Peixes mortos	31
Figura 7: Alunos trabalhando na investigação	32
Figura 8: Análise do pH utilizando papel tornassol	34
Figura 9: Teste de chamas usando sais	35
Figura 10: Coleta de impressão digital	35
Figura 11: Análise de água com um microscópio	36
Figura 12: Impressão das pegadas	36
Figura 13: Balão de Hidrogênio	37

LISTA DE QUADRO

Quadro 1: Contribuições são relevantes para o estudo da contextualização do ensino de química.	18
Quadro 2: Sequência didática	26
Quadro 3: Questionários aplicados	28
Quadro 4 - Experimentos:	32

LISTA DE SIGLAS

ABP – Aprendizagem Baseada em Problemas

APP – Aprendizagem Por Projetos

BaCl₂ – Cloreto de bário

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CaCl₂ – Cloreto de cálcio

CECA – Centro de Ciências Agrárias

COVID-19 - Coronavírus Disease 2019

CuSO₄ – Sulfato de Cobre

EC - Estudo de Caso

ECI – Estudo de Caso Interrompido

IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

IMA - Instituto do Meio Ambiente

KCl - Cloreto de Potássio

LiCl - Cloreto de Lítio

NaCl - Cloreto de Sódio

NaOH - Hidróxido de Sódio PNE

- Plano Nacional de Educação pH

- Potencial Hidrogeniônico

UFAL - Universidade Federal de Alagoas

UNESCO - Organização das Nações Unidas

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 2** – resultado do questionário 1 aplicado na turma do 3º ano do ensino médio depois da atividade. 38
- Gráfico 3** – resultado do questionário 2 aplicado na turma do 3º ano do ensino médio antes da atividade. 39
- Gráfico 4** – resultado do questionário 2 aplicado na turma do 3º ano do ensino médio depois da atividade. 39
- Gráfico 5** – resultado do questionário 1 aplicado na turma do 2º ano do ensino médio antes da atividade. 40
- Gráfico 6** – resultado do questionário 1 aplicado na turma do 2º ano do ensino médio depois da atividade. 40
- Gráfico 7** – resultado do questionário 2 aplicado na turma do 2º ano do ensino médio antes da atividade. 42
- Gráfico 8** – resultado do questionário 2 aplicado na turma do 2º ano do ensino médio depois da atividade. 42
- Gráfico 9:** Feedback dos alunos em relação a aplicação da atividade 43

1 INTRODUÇÃO

A situação atual do ensino de química pode variar significativamente dependendo de vários contextos de cada região (Bloome, 2009). No entanto, algumas tendências, problemas e desafios comuns podem ser observados globalmente, em especial em países que ainda mantêm o modelo tradicional de ensino como no Brasil. Alguns desses problemas são: abordagens tradicionais, acesso à tecnologia, interdisciplinaridade e contextualização, equidade, necessidade de participação dos responsáveis e professores qualificados. (Redação Brasil Paralelo, 2023). A qualificação dos professores impacta diretamente a dinâmica na sala de aula, abrangendo responsabilidades cruciais como planejamento de aulas e definição de estratégias de ensino (Duarte, 2010).

A integração crescente da tecnologia e metodologias ativas e inovadoras no ensino de química tem se tornado cada vez mais necessária, como: simulações, experimentos e recursos online, embora essa adoção possa ser desigual entre as instituições de ensino e regiões (Ferrarini, 2019). Destaca-se a importância da interdisciplinaridade e contextualização dos conceitos químicos em problemas do mundo real, como questões ambientais e de saúde pública (Leite, 2028). O acesso desigual a recursos educacionais e a falta de professores qualificados afetam a qualidade da educação em química. Um exemplo de recurso é a internet que proporciona aos alunos acesso a diversas informações. No Brasil, uma pesquisa realizada pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação, em 2019 mostrou que 39% dos alunos da rede pública e 9% da rede privada não tinha computador em casa, destacando a influência da situação socioeconômica no acesso a recursos educacionais. A busca por uma rotina educacional inovadora e eficaz é uma necessidade, visando trazer conhecimento e inovação (Fullan, 2007). O ensino de química com foco ambiental promove a consciência ambiental e habilidades investigativas, combatendo o desinteresse causado pela falta de contextualização com o cotidiano dos estudantes (Nunes e Adorni, 2010) visto que dificuldades no ensino de química, como excesso de regras e memorização, são comuns (Maldaner, 1995). O uso de técnicas forenses pode superar esses problemas, tornando o aprendizado mais prático e envolvente, com os alunos como protagonista de seu próprio aprendizado.

A “química forense” é uma ciência que se refere à aplicação dos princípios e técnicas da química para resolver questões legais e criminais. É uma área multidisciplinar que combina conhecimentos de várias áreas como química e física para coletar, analisar e interpretar evidências em contextos legais, conectando e desvendando crimes através da investigação. A

utilização dessa ciência em ambientes de ensino e aprendizagem pode ser de grande relevância para diminuir as dificuldades que os estudantes apresentam no ensino de química, visto que, existe um interesse genuíno por parte dos alunos pela cultura de produções cinematográficas que abordam as técnicas forenses (Silva, 2013) Ao utilizá-la na sala de aula pode-se potencializar a aprendizagem ao oferecer uma aplicação prática e contextualizada dos princípios químicos (Rosa, 2014).

Essa abordagem é relevante pedagogicamente e na formação de indivíduos questionadores. Ao analisar casos forenses ambientais, os alunos compreendem melhor a química básica e os impactos humanos no meio ambiente, além de soluções para minimizar esses efeitos. Integrando química forense e consciência ambiental, a abordagem enriquece o aprendizado, demonstra interdisciplinaridade e aumenta o interesse dos alunos. O objetivo é investigar como o uso de técnicas forenses no ensino de química pode melhorar a aprendizagem e aumentar a consciência ambiental, contribuindo para práticas de ensino melhores e uma sociedade mais engajada e responsável.

2 OBJETIVO

Foi implementada uma abordagem didática inovadora que integra técnicas forenses e conhecimentos científicos ambientais, promovendo aprendizagem ativa e interdisciplinar. Isso estimula a consciência ambiental e o engajamento com questões socioambientais, capacitando os alunos a analisarem e aplicarem esses conhecimentos na vida diária, enriquecendo o ensino de ciências naturais e formando indivíduos mais conscientes e comprometidos com a preservação ambiental.

2.1 Objetivos específicos

- Promover reflexão e conscientização ambiental, estimular a reflexão crítica sobre questões ambientais urgentes, como o descarte incorreto do lixo, através da análise e interpretação de dados obtidos durante as investigações científicas.
- Fomentar o protagonismo dos alunos como agentes de mudança podendo direcionar de maneira mais eficaz a atenção daqueles que podem considerar a disciplina como dispensável e ampliar a percepção de sua importância dentro da sociedade.
- Aprimorar o conhecimento em química básica e consciência ambiental almejando não apenas compreender os princípios essenciais dessa disciplina, mas também reconhecer como esses conceitos se relacionam diretamente com os desafios ambientais enfrentados atualmente.
- Implementação de Atividades Práticas, visando o desenvolvimento de experimentos e simulações relacionados a crimes ambientais, poluição e degradação de ecossistemas.
- Aplicação Prática da Química em Contextos Sociais e Ambientais: permitindo aos estudantes uma percepção prática da aplicação da química em contextos sociais e ambientais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Desafios para uma educação eficaz

A primeira escola no Brasil, foi fundada pelos jesuítas em 1549, não era pública e nem de fácil acesso. Naquela época, a educação estava diretamente ligada à Igreja Católica e à propagação da fé cristã. As escolas jesuítas eram reservadas para uma elite restrita, geralmente filhos de colonos portugueses ou crianças indígenas selecionadas para receber educação religiosa e instruções em português (Rodrigo e Edna, 2016).

A concepção de escolas públicas, tal como as conhecemos atualmente, destinadas à educação em larga escala e financiadas pelo Estado, desenvolveu-se mais tarde na história do Brasil, especialmente no século XIX, com a influência de movimentos educacionais e reformas (Paulo, 1993). Desde então o modelo de ensino tem sido o mesmo desde a logística e organização em sala de aula até a metodologia de ensino trazida da Europa, mesmo havendo diversos estudos, como os que foram realizados por Paulo Freire, que inova na forma de ensinar e aprender contornando as limitações do ensino tradicional.

Essas limitações podem ser atribuídas a uma série de fatores que afetam tanto os alunos quanto os professores, bem como o sistema educacional como um todo, se potencializando diante de problemas como restrição de recursos, formação inadequada de professores, sendo essa última responsável pela falta de prática e aplicação do conhecimento, avaliação limitada e a insistência no ensino tradicional. O que leva a aulas monótonas e a falta de compreensão para com as particularidades de cada aluno. Tudo isso atrelado a realidade de alguns estudantes de comunidades desfavorecidas, que podem enfrentar desafios adicionais, como falta de acesso a recursos educacionais adequados e ambientes de aprendizagem inadequados, perpetuando a desigualdades no ensino.

Esse modelo tradicional de ensino foi desafiado por alguns pesquisadores como Paulo Freire, que desenvolveu o método descrito na obra *Pedagogia do Oprimido* (1968). Um trabalho que promove uma abordagem mais centrada no aluno e no diálogo como ferramentas para a transformação social e construção do conhecimento, tornando a abordagem revolucionária na educação, enfatizando a importância da conscientização crítica e da participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem. Alguns outros pesquisadores também direcionaram seus trabalhos para investigar o papel docente. Os saberes docentes não são meramente adquiridos através de conhecimentos acadêmicos formais, mas são construídos de maneira dinâmica no contexto da prática pedagógica. Essa construção ocorre em uma interação complexa entre os conhecimentos acadêmicos do professor, suas experiências profissionais anteriores e seus

valores pessoais (Bernard Charlot, 2000). Assim, os saberes docentes emergem de um processo contínuo de reflexão e adaptação no ambiente escolar, resultando em uma abordagem de ensino mais integrada e eficaz.

Os saberes docentes são multifacetados, não se limitando apenas aos conhecimentos teóricos sobre a matéria a ser ensinada (Clermont Gauthier, 1998). Esses saberes também incluem habilidades pedagógicas, compreensão do contexto escolar e sensibilidade para as necessidades individuais dos alunos. Essa visão ampliada reconhece a importância não apenas do conteúdo curricular, mas também da capacidade de transmiti-lo de maneira eficaz e adaptável às diferentes realidades da sala de aula. Os saberes docentes vão além do domínio dos conteúdos curriculares, abrangendo também competências relacionadas à gestão da sala de aula, avaliação do aprendizado e desenvolvimento de estratégias didáticas eficazes (Maurice Tardif, 1999).

3.2 Abordagem Prática e Contextualizada no Ensino de Química

A abordagem prática e contextualizada no ensino de química é fundamental para promover uma aprendizagem significativa e eficaz dos alunos. Essa metodologia enfatiza a realização de experimentos e atividades práticas que permitem aos estudantes aplicarem os conceitos químicos aprendidos em sala de aula a situações do mundo real, proporcionando-lhes uma compreensão mais profunda e uma maior conexão com o conteúdo.

No contexto brasileiro, essa abordagem é respaldada por documentos educacionais importantes, como o Plano Nacional de Educação (PNE), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o novo ensino médio. O PNE estabelece diretrizes para a educação no país, enquanto a BNCC define os conhecimentos, competências e habilidades essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo da educação básica, incluindo o ensino de química. Já o novo ensino médio propõe uma reestruturação curricular que visa uma formação mais integral dos alunos, com maior flexibilidade e diversificação de trajetórias formativas.

Além disso, é importante considerar o contexto específico de Alagoas, utilizando como referência o Referencial Curricular da Educação Básica para as Escolas Públicas de Alagoas. Esse documento estabelece as diretrizes e os objetivos educacionais para o estado, adaptando as políticas educacionais nacionais à realidade local.

No contexto de Alagoas, a educação enfrenta desafios significativos, como a melhoria da qualidade do ensino, a redução das desigualdades educacionais e a promoção de uma formação mais completa e inclusiva dos estudantes. De acordo com dados do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), Alagoas ainda apresenta índices abaixo da

média nacional em diversos indicadores educacionais, evidenciando a necessidade de intervenções para melhorar o desempenho e a qualidade do ensino no estado. Uma das estratégias para enfrentar esses desafios é a adoção de práticas pedagógicas inovadoras que promovam uma aprendizagem mais significativa e contextualizada. Nesse sentido, a contextualização do ensino de química por meio da experimentação surge como uma abordagem promissora. Ao envolver os alunos em atividades práticas e experimentais, essa metodologia permite que eles compreendam os conceitos químicos de forma mais concreta e visual, além de estabelecerem conexões com situações do cotidiano e problemas reais.

A experimentação contextualizada não apenas torna o ensino de química mais interessante e envolvente para os alunos, mas também contribui para o desenvolvimento de habilidades importantes como a resolução de problemas e a tomada de decisões. Além disso, ao promover uma aprendizagem ativa e participativa, essa abordagem ajuda a engajar os estudantes no processo de aprendizagem, tornando-os protagonistas do seu próprio desenvolvimento educacional. Ao considerar o Referencial Curricular da Educação Básica para as Escolas Públicas de Alagoas, é possível identificar diretrizes e objetivos educacionais que apoiam a implementação de práticas pedagógicas inovadoras, como a experimentação contextualizada. Ao alinhar as políticas educacionais estaduais com as diretrizes nacionais, é possível fortalecer o sistema educacional alagoano e proporcionar uma educação de qualidade e equidade para todos os alunos. Portanto, a pesquisa sobre a contextualização do ensino de química por meio da experimentação se justifica pela necessidade de desenvolver estratégias educacionais que atendam às demandas específicas do contexto educacional de Alagoas, contribuindo para a melhoria da qualidade do ensino e para a promoção do desenvolvimento integral dos estudantes.

Além dos autores previamente mencionados, há outros pesquisadores cujas contribuições são relevantes para o estudo da contextualização do ensino de química por meio da experimentação. Aqui estão alguns exemplos:

Quadro 1: Contribuições são relevantes para o estudo da contextualização do ensino de química.

Nº	Autor	Ano de publicação
----	-------	-------------------

1	Johnstone, A. H. Proposições didáticas para o formador químico: a importância do triplete químico, da linguagem e da experimentação investigativa na formação docente em química. Conhecido por suas pesquisas sobre a importância da experimentação na aprendizagem da química e por sua teoria das tríades de aprendizagem.	2019
2	Hofstein, Avi: Observações das práticas de ensino efetivas em sala de aula: pesquisa e formação. Pesquisador que investiga a implementação de práticas de ensino de ciências, incluindo experimentação, para promover a compreensão conceitual e o engajamento dos alunos.	2017
3	Taber, Keith S.: Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. Reconhecido por seus estudos sobre o papel da experimentação na construção de modelos mentais na química e na promoção da alfabetização científica dos estudantes.	2015
4	Windschitl, Mark: aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino fundamental. Pesquisador que explora estratégias de ensino baseadas em investigação e experimentação para promover uma compreensão mais aprofundada dos conceitos científicos.	2019
5	Saete L. Queiroz: Estudo de caso interrompido na promoção de conhecimento ambiental de graduandos em química: resíduos sólidos urbanos em foco. Pesquisadora reconhecida e renomada no uso de estudo de caso na educação.	2022

Esses pesquisadores e suas obras fornecem insights valiosos sobre a importância da experimentação no ensino de química e suas implicações para a aprendizagem dos alunos. Suas contribuições ajudam a fundamentar teoricamente a abordagem da experimentação contextualizada e a orientar sua implementação eficaz nas práticas educacionais.

3.3 O uso da química na educação básica de química

A Química Básica desempenha um papel fundamental em nossa vida cotidiana, sendo uma disciplina essencial para compreender os processos químicos que ocorrem ao nosso redor. Desde a água que consumimos até os alimentos que ingerimos, a Química Básica proporciona insights sobre a composição, as transformações e as interações de substâncias que fazem parte do nosso dia a dia. O entendimento dos conceitos básicos, como átomos, moléculas e reações químicas, é crucial para a tomada de decisões informadas sobre saúde, alimentação e meio ambiente.

No âmbito da saúde, a Química Básica é a base para a compreensão de medicamentos, suas interações no corpo e os princípios por trás dos diagnósticos médicos. Além disso, no contexto da alimentação, conhecer os fundamentos químicos dos nutrientes, aditivos

alimentares e processos de cocção permite escolhas mais conscientes e saudáveis. No ambiente, a Química Básica é essencial para a compreensão de fenômenos como a poluição atmosférica e a qualidade da água, fornecendo ferramentas para abordar questões ambientais de maneira informada.

Assim, a Química Básica transcende as salas de aula, permeando todos os aspectos de nossas vidas, capacitando-nos a compreender e interagir com o mundo de maneira mais esclarecida. Ao promover a alfabetização química, não apenas construímos uma sociedade mais consciente, mas também capacitamos os indivíduos a contribuir de maneira ativa na resolução de desafios complexos, desde questões de saúde até preocupações ambientais.

3.3.1 Estudo de caso como metodologia ativa de ensino

Em um estudo realizado por Eduardo (2015) é apresentado as características e a estrutura de três estratégias de ensino baseadas na metodologia ativa. A Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), que visa o protagonismo do estudante enfatizado, tornando-o o epicentro do processo e dando-lhe a responsabilidade do seu próprio aprendizado, enquanto o professor desempenha o papel orientador. A Aprendizagem por Projeto (APP) que visa essencialmente à aprendizagem de conhecimentos e habilidades que transcendem a capacidade cognitiva abordada nas aulas convencionais. As competências atitudinais, como desenvolvimento da liderança, comunicação, argumentação textual, e trabalho em equipe, são aspectos frequentemente negligenciados nas aulas tradicionais de ciências. O uso do Estudo de Caso (EC) pode ser uma forma pedagógica alternativa para contornar o conceito de memorização na Educação em Ciências, considerando que os aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais fazem parte do desenvolvimento cognitivo do estudante. Ele é uma ferramenta de ensino e pesquisa altamente eficaz para orientar os estudantes na compreensão, exploração e descrição de eventos em contextos complexos, nos quais um considerável número de variáveis está envolvido. No contexto educacional, o EC promove o desenvolvimento da capacidade analítica dos estudantes, incentivando-os a avaliar o problema de forma abrangente, levando em consideração todos os fatores que podem influenciar a tomada de decisões. (Sousa e Queiroz, 2018; Silva e Queiroz 2021).

Em um estudo desenvolvido por Queiroz em 2022 é relatado a aplicação de um estudo de caso interrompido (ECI) como método pedagógico para promover o conhecimento ambiental entre graduandos em Química. No estudo, foram abordadas questões relativas aos resíduos sólidos urbanos, com o objetivo de sensibilizar os estudantes sobre os impactos ambientais desses resíduos e a importância da gestão adequada. O ECI foi estruturado em várias

partes, cada uma introduzindo informações sobre o problema e propondo questões que os estudantes deveriam resolver. Ao desafiar os estudantes a considerar diversas perspectivas, o ECI contribui significativamente para o desenvolvimento de sua postura crítica e reflexiva aspectos essenciais em sua jornada acadêmica (Queiroz *et. al.* 2022). A aplicação dessas estratégias ativas no Ensino de Ciências visa promover uma aprendizagem integrada no contexto do cidadão pronto para enfrentar desafios e levando para o seu cotidiano os assuntos aprendidos em sala, assimilando maior volume de conteúdo, conseguindo otimizar o máximo possível o tempo da aula aproveitando-as com mais satisfação. (Zilberman, 1996).

3.4 Metodologia ativa de ensino utilizando a química forense como incentivo nas ciências

A química forense é uma ciência concentrada na aplicação de princípios químicos e técnicas analíticas para resolver questões legais e criminais. Desenvolvendo um papel crucial na investigação criminal. Seu foco inclui a identificação de substâncias, análise de evidências, determinação de origens químicas e fornecimento de informações científicas para apoiar investigações criminais. Esses temas são abordados em filmes e séries e acaba despertando o interesse de quem assiste aquele universo científico, tornando a área forense uma boa ferramenta para tentar despertar o interesse dos alunos na disciplina de química, transformando-a em uma abordagem que possibilite ao aluno a compreensão dos fenômenos e situações reais que ocorrem em seu cotidiano, como crimes ambientais, seguindo então as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (Kiany, 2020). Desse modo, o Ensino dessa Ciência da Natureza pode ser um instrumento para a formação e exercício da conscientização cidadã permitindo ao aluno, participação ativa na sociedade (Santos e Schnetzler,1996).

A fragmentação do conhecimento distribuídos em disciplinas e conteúdos isolados produz, nos estudantes, a falsa impressão de que o conhecimento e o próprio mundo são subdivididos em várias áreas quando na verdade elas estão interligadas (Pires, 1998). É importante mostrar aos alunos que o conhecimento em química traz uma visão diferente, muito além da memorização de informações e fórmulas, e que a compreensão desta disciplina, pode possibilitar o desenvolvimento de uma visão crítica de mundo, podendo analisar, compreender e principalmente utilizar o conhecimento construído em sala de aula para a resolução de problemas sociais, atuais e relevantes para sociedade (Santos *et. al.*, 2013). Assim, faz-se necessário que o conhecimento adquirido dentro da sala de aula seja contextualizado e faça sentido dentro do cotidiano. Isso pode auxiliar em uma didática que não foque na memorização de conteúdos e fórmulas, onde o discente não adquire capacidade de interpretação, análise e/ou

aplicação, somente memorização do conteúdo para reproduzir nas avaliações realizadas na escola.

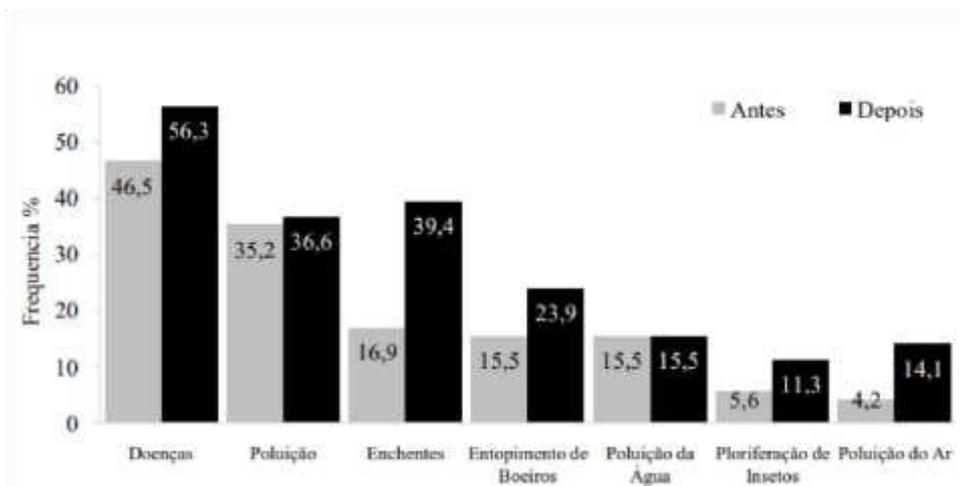
3.5 A química forense e seus experimentos como tema norteador no ensino de química

O uso da Química Forense inova e motiva o despertar do interesse para o ensino de Química, cativando o interesse dos estudantes ao contextualizar os conceitos científicos em situações práticas e intrigantes. Ao trazer elementos da investigação forense para a sala de aula, os educadores têm a oportunidade de desenvolver habilidades essenciais nos alunos, como o pensamento crítico, a resolução de problemas e o raciocínio lógico. Trazendo uma experiência lúdica e envolvente, permitindo que os estudantes explorem métodos de análise química em um contexto real, ao mesmo tempo em que compreendem a aplicação desses conhecimentos em questões do mundo real, como a solução de crimes ambientais. Como a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), o Estudo de Caso (EC) e a Aprendizagem por projeto (APP) sugerem.

Além disso, a Química Forense na Educação Básica contribui para a quebra da tradicional barreira entre a teoria e a prática, aproximando os alunos do universo científico de maneira mais concreta e acessível (Brito, *et. al*; 2010). Essa abordagem não apenas desperta a curiosidade dos estudantes, mas também fortalece a compreensão dos conceitos fundamentais de Química, uma vez que são aplicados em situações significativas. Ao adotar essa metodologia, os educadores podem promover um ambiente de aprendizado mais dinâmico e participativo, cultivando o interesse dos alunos pela ciência e preparando-os para desafios futuros, ao mesmo tempo em que contribuem para a formação de cidadãos conscientes do papel da Química na resolução de questões ambientais e sociais (Santos, *et. al*; 2023).

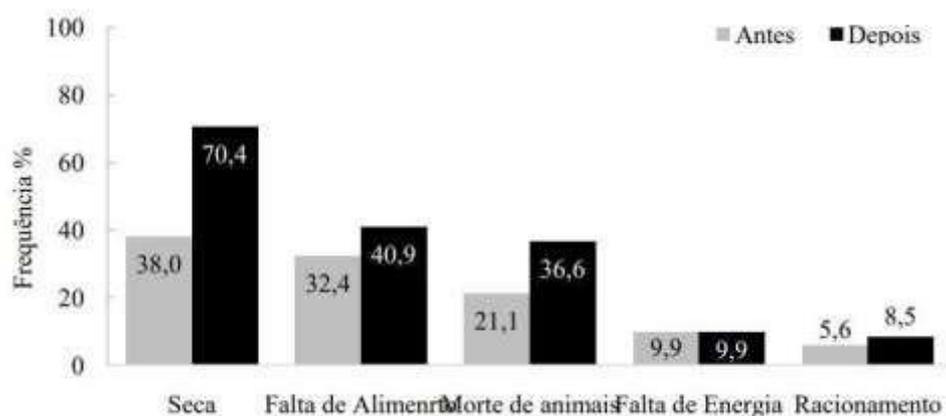
3.5.1 O uso do ensino de química e técnicas lúdicas para a educação ambiental

Em um estudo realizado por Santos (2017), percebeu-se que antes da aplicação de abordagens educativas lúdicas, os alunos apresentavam conhecimentos limitados em relação à Educação Ambiental, com uma ênfase maior em assuntos relacionados aos resíduos sólidos como o lixo do que em relação a recursos hídricos. No entanto, após a realização de atividades lúdicas e jogos, observou-se um aumento significativo no nível de entendimento sobre os temas. Como mostrado na figura 2 do artigo de Santos, (2017) - Frequência percentual de conhecimento dos educandos em relação aos problemas causados pelo "lixo" antes e após as atividades lúdicas.



Fonte: Santos, L. A. A; 2017.

E na figura 3 - frequência percentual do conhecimento dos educandos em relação aos problemas causados pela escassez de água antes e após as atividades lúdicas.



Fonte: Santos, L. A. A; 2017.

Os resultados evidenciam que as atividades lúdicas desenvolvidas para o ensino da Educação Ambiental podem ser consideradas uma ferramenta didática eficaz. Elas representam uma maneira de diversificar os métodos de ensino, contribuindo para um processo de aprendizado mais dinâmico e eficiente. Os jogos lúdicos podem ser usados para tornar o ensino de química mais envolvente e significativo para os alunos. Além disso, eles também podem ser usados para ajudá-los a compreender conceitos químicos deixando claro que o uso do lúdico e ativo não diminui a importância do método tradicional de ensino, usando quadro e pincel e das práticas experimentais no ensino de química, bem como outras práticas pedagógicas, que também podem despertar o interesse, entre outros aspectos e promover a aprendizagem dos estudantes (Sardinha, 2019).

Ou seja, o uso do ensino de química e técnicas lúdicas para a educação ambiental é uma abordagem que, não apenas estimula o interesse na disciplina, mas também fortalece a conexão

entre os conhecimentos químicos e questões ambientais, promovendo cidadãos mais conscientes e engajados.

3.6 Inovação para o incentivo de engajamento dos alunos

É fundamental a aplicação de diversas técnicas de ensino que promovam a compreensão aprofundada e o engajamento dos alunos. Entre essas técnicas, destacam-se a interdisciplinaridade, o estudo de caso, a química forense e a química ambiental. Essas abordagens não apenas enriquecem o aprendizado, mas também preparam os alunos para enfrentar desafios complexos no mundo real. Por isso o uso delas vem se tornando cada vez mais comuns e aumentando a cada ano como mostra na figura 1 onde mostra a frequência de publicações de trabalhos voltados para o desenvolvimento de cada uma dessas técnicas na plataforma Google Escolar, no dia 28/05/2024 às 23h.

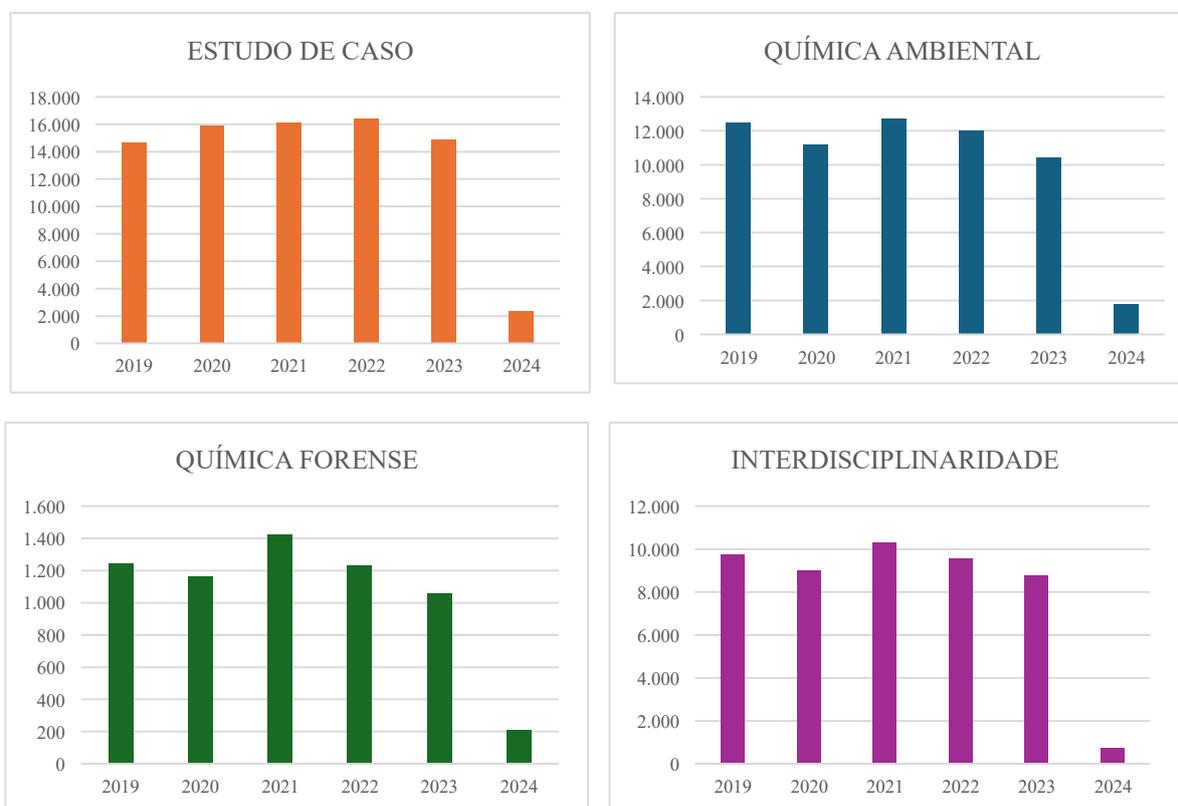


Figura 1: Frequência de publicações com os termos: Estudo de caso, Química ambiental, Química forense, interdisciplinaridade.

4 METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido no 3º e 2º ano do ensino médio da rede privada do município de Pilar-AL. A escola escolhida fica localizada próxima a lagoa Manguaba, que vem sendo alvo de estudos por parte de diversos pesquisadores devido a contaminação. Em 2019, o Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) divulgou um laudo sobre a mortandade de peixes no local, revelando níveis elevados de contaminação na água. Amostras coletadas mostraram a presença de coliformes fecais acima do permitido, sugerindo despejo de esgoto na lagoa, além de concentrações elevadas de diversos metais e componentes químicos, incluindo agrotóxicos. O estudo foi comandado pelo pesquisador Emerson Soares que mostrou que a morte dos peixes foi causada por fatores como o aumento dos níveis de coliformes fecais, visto que a comunidade moradora do entorno da lagoa não possui fossa séptica, sendo os dejetos despejados diretamente na lagoa, o que reduziram o nível de oxigênio na água, e a presença de metais tóxicos e agrotóxicos, que podem ter sido levados pela chuva. Uma equipe do Instituto do Meio Ambiente (IMA-AL) também realizou coleta de amostras. Soares alertou para a necessidade de tratamento sério da situação para evitar recorrências, destacando a importância para a qualidade dos produtos pesqueiros e a segurança alimentar na região (G1, 2019).

Ali não é uma questão simples, não só é uma situação de uma poluição temporária. Ali é constante a situação de problemas com agroquímicos, problemas com esgoto, esgoto sendo doméstico, industrial, de metais pesados. Agora é preciso lembrar que o problema dos esgotos tanto de industrial como esgoto doméstico não é exclusivo da cidade de Maceió, que não faz tratamento de seus resíduos corretamente, não só dela. Mas tem que lembrar que têm outros municípios ali que estão lançando tudo no ambiente, nos rios e que vão chegar às Lagoas Mundaú e Manguaba (Fonte: Tribunahoje.com, 2022)

Ainda sobre a lagoa, a pesquisa conduzida por Magliones em 2006 acerca da Lagoa Manguaba tinha como objetivo principal mudar o jeito como as crianças, jovens, professores e líderes comunitários pensavam e agiam em relação ao meio ambiente. O objetivo era melhorar a qualidade da educação nas escolas e a vida nas comunidades. Isso fez com que as pessoas falassem mais sobre os problemas ambientais da região da Lagoa Manguaba, não apenas na escola, mas também em outros setores da sociedade local. Propôs-se, então, a elaboração de material informativo acessível ao público em geral, e assim distribuí-los através das escolas e associações. Paralelamente, buscou-se promover a capacitação profissional, ampliando as oportunidades de geração de renda para a população local. Mas, infelizmente, descobriram que não havia uma política ambiental pública para orientar as pesquisas, projetos e ações

relacionadas à região da Lagoa Manguaba. Isso dificultava o trabalho conjunto e contribuía para a perda de biodiversidade e a diminuição da qualidade e quantidade dos recursos naturais na área estudada.

Com isso, o objetivo deste trabalho é integrar técnicas de investigação forense e conhecimentos científicos ambientais no ensino, promovendo aprendizagem interdisciplinar e conscientização ambiental entre os alunos, para enriquecer o currículo de química, capacitando os alunos a aplicarem o conhecimento na vida cotidiana e tornando-os mais comprometidos com a preservação do meio ambiente. Para criar uma sequência didática com o objetivo de integrar técnicas de investigação forense e conhecimentos científicos ambientais no ensino, promovendo aprendizagem interdisciplinar e conscientização ambiental entre os alunos, foi seguido os passos abaixo:

Quadro 2: Sequência didática

Definição dos objetivos:	
Geral: investigar como o uso das técnicas no ensino de química pode melhorar a aprendizagem . Específico: aumentar a consciência ambiental e o conhecimento em química.	
Planejamento das atividades	
1 – desenvolvimento dos questionário ambiental e forense, para o diagnóstico do nível dos alunos 2 – desenvolvimento do estudo de caso	
Aplicação das atividades	
1 – aplicação dos questionários 2 – apresentação do estudo de caso 3 – aplicação do estudo de caso 4 – desenvolvimento dos experimentos simulando os problemas apresentados no estudo de caso 5 – reaplicação dos questionários	
Feedback dos alunos	
Aplicação de um questionário cuja a intenção foi entender o quanto os alunos gostaram da atividade	
Análise dos resultados	
Comparação das respostas dos questionários aplicados antes e depois da atividade afim de dignosticar o quanto a atividade contribuiu para o conhecimento dos alunos e o quão eficaz a metodologia é.	

O resultado foi dividido em três etapas, sendo elas: etapa de diagnóstico e orientação, etapa experimental e etapa de avaliação. A etapa experimental será a aplicação de um estudo de caso e aprendizagem baseada em problemas, visando a autonomia dos alunos e instigando as suas habilidades que vão além da capacidade cognitiva abordada nas aulas tradicionais, dando-lhe responsabilidade do seu próprio aprendizado.

Essa metodologia foi escolhida pois frequentemente é considerada um método eficaz de ensino para o ensino médio por várias razões, como por promover o engajamento dos alunos colocando-os no centro do processo de aprendizagem, desafiando-os a resolver problemas do

mundo real. Isso aumenta o engajamento, pois os alunos veem a relevância e o propósito do que estão aprendendo (Lima, 2021). Ao enfrentar problemas autênticos, os alunos desenvolvem habilidade de resolução de problemas, que são essenciais não apenas para o sucesso acadêmico, mas também para a vida profissional e pessoal (Souza, 2015). Além de promover um ambiente de aprendizado ativo, no qual os alunos são incentivados a trabalhar em equipe para identificar e resolver problemas contextualizando o conhecimento, o que ajuda os alunos a conectarem conceitos de diferentes áreas do conhecimento o que, se bem desenvolvido, pode equipar os alunos com habilidades e experiências que são transferíveis para além da sala de aula, preparando-os para enfrentar os desafios e contribuir de forma significativa para suas comunidades (Souza, 2015).

A ligação da investigação por parte da química forense com o um crime ambiental visa promover uma interdisciplinaridade e conexão entre diferentes áreas de conhecimento trazendo tal proposta para diferentes realidades. Fazendo-se necessário um diagnóstico realizado a partir de um questionário elaborado com o intuito de entender os níveis de conhecimento em: Propriedades e Comportamento da Matéria, Reações Químicas, Toxicidade e Efeitos Ambientais, Química Forense e conscientização ambiental.

4.1 Etapa de diagnóstico e orientação

O diagnóstico permite identificar as áreas em que os alunos podem ter lacunas de conhecimento. Isso é crucial para personalizar o ensino e garantir que as atividades sejam adaptadas às necessidades e a realidade encontrada pelo professor. Com base no resultado é possível planejar e adaptar os trabalhos de acordo com o nível de habilidade e compreensão dos alunos. Isso garante que as atividades sejam desafiadoras o suficiente para promover o aprendizado, mas não tão difíceis a ponto de desencorajá-los.

Com isso, para realizar um diagnóstico do nível de conhecimento da química básica e conscientização ambiental na turma, os alunos receberam um questionário (descrito a seguir) contendo perguntas e os desafiando a recordar, não só os assuntos e já visto na sala de aula, mas também diagnosticando os níveis de senso crítico em relação a questões ambientais. Logo após foi aplicado o estudo de caso, ao qual os alunos foram desafiados a solucionar um caso de crime ambiental. A observação do comportamento e do engajamento deles durante a atividade também fez parte do diagnóstico. Em seguida foi aplicado o mesmo questionário visando aferir quão proveitosa e eficaz foi a atividade de aprendizagem baseada em problemas

esperando que houvesse um maior empenho e aproveitamento do conteúdo abordado durante a dinâmica.

As escolas e os alunos foram plenamente informados sobre os objetivos, procedimentos e possíveis riscos da atividade. Os dados coletados são completamente voltados ao estudo de caso, nível de conhecimento acerca do assunto e quão satisfatório foi a dinâmica, sendo as informações anônimas e não podem ser rastreados de volta aos participantes individuais, garantindo a privacidade ou a confidencialidade dos participantes.

Quadro 3: Questionários aplicados

Questionário 1: Conhecimento acerca do assunto
<p>1º) Propriedades e Comportamento da Matéria: Compreensão das propriedades físicas e químicas da água, do solo e do ar, incluindo solubilidade, densidade, pH, reatividade química, entre outros. Isso é fundamental para analisar as mudanças nas características desses componentes ambientais devido à contaminação. Questionário sobre Propriedades de Água, Solo e Ar:</p> <p>1. Como a solubilidade afeta a dispersão de poluentes na água? 2. O que é densidade e como ela pode ser usada para identificar mudanças na qualidade do solo devido à contaminação? Como variações no pH podem indicar poluição ou contaminação?</p>
<p>2º) Reações Químicas: Conhecimento sobre diferentes tipos de reações químicas, como oxidação, combustão, decomposição, entre outras, para entender como substâncias químicas liberadas durante o desmatamento podem interagir com o meio ambiente e causar danos.</p> <p>Questionário sobre Reações Químicas e Impactos Ambientais:</p> <p>1. Defina o que é uma reação exotérmica, endotérmica e de combustão.</p> <p>2. Como a oxidação está relacionada à degradação ambiental?</p> <p>3. Que tipo de produto pode ser gerado em uma reação de decomposição de material orgânico? O que é decomposição química e como ela pode estar envolvida na liberação de substâncias tóxicas no solo?</p>
<p>3º) Toxicidade e Efeitos Ambientais: Familiaridade com os efeitos de substâncias químicas tóxicas no meio ambiente, incluindo efeitos sobre os ecossistemas aquáticos e terrestres, entre outros. Isso ajudará na compreensão dos impactos da contaminação na biodiversidade local.</p> <p>Questionário sobre Toxicidade e Efeitos Ambientais:</p> <p>1. Defina o que é toxicidade em relação a substâncias químicas.</p> <p>2. O que é bioacumulação e como ela ocorre no meio ambiente?</p> <p>3. Descreva efeitos específicos que substâncias químicas tóxicas podem ter sobre ecossistemas aquáticos e nos ecossistemas terrestres?</p>
<p>4º) Química forense: A química forense usa princípios químicos para analisar evidências criminais, como substâncias químicas e fluidos corporais, para ajudar nas investigações e processos judiciais. Questionário sobre Química Forense:</p> <p>1. O que é química forense?</p> <p>2. Qual é a importância da química forense na investigação de casos relacionados à contaminação ambiental?</p> <p>3. Os princípios básicos da química que estudamos na escola estão ligados à química forense? 4. De que forma a química forense poderia ajudar em investigações de crimes ambientais?</p>
Questionário 2: Conscientização ambiental
<p>1º) Quais os efeitos do descarte incorreto do lixo orgânico?</p> <p>2) Você sabe qual o conceito de poluição?</p> <p>3) Quem é o principal culpado do aumento dos níveis de poluição no mundo?</p> <p>4) O que as alterações químicas e bioquímicas podem causar à nossa saúde?</p> <p>5) Qual a sua opinião sobre as atuais leis ambientais e como elas são aplicadas?</p>

4.2 Etapa de aplicação prática

Descrição do Crime: Uma vasta área de floresta próxima à escola foi privatizada e está sofrendo com queimadas, supostamente causadas pela empresa agora responsável pelo local.



Figura 2: Ilustração do incêndio

Fonte: seaart.ai, 2024.

Parte da população também costuma descartar vários tipos de lixos de forma incorreta à beira do riacho, antes conhecido pela água cristalina e pela rica biodiversidade, e agora encontrasse contaminado.



Figura 3: ilustração do rio contaminado

Fonte: seaart.ai, 2024.

Alguns alunos relataram ter ouvido uma explosão antes do último foco de incêndio começar. Ao irem até lá, notaram pegadas no chão e perceberam que parte do lixo também tinha sido queimado.



Figura 4: Ilustração do descarte incorreto do lixo

Fonte: seaart.ai, 2024.

Segundo informações cedidas pela própria escola, as câmeras captaram 15 pessoas diferentes naquele local exatamente naquele dia.



Figura 5: Imagens da câmera de segurança

Fonte: seaart.ai, 2024.

Eles também observaram que os peixes estão morrendo e a vegetação está se deteriorando, o que os deixou preocupados com a saúde ambiental e dos habitantes locais, já que nenhum deles têm noção do tamanho da destruição e de quanto isso contribui para a liberação de substâncias químicas tóxicas que pode comprometer a qualidade do ar, solo e água.



Figura 6: Peixes mortos

Fonte: seaart.ai, 2024.

Tarefa para os Alunos:

O trabalho dos alunos será investigar o crime ambiental assumindo o papel de investigadores ambientais e tentar descobrir o tamanho das consequências do ocorrido e se possível, o responsável pelo fato usando tanto as imagens das câmeras quanto os princípios básicos da Química e da Química Forense.



Figura 7: Alunos trabalhando na investigação

Fonte: seaart.ai, 2024.

4.3 Análise ambiental

Quadro 4 - Experimentos:

Teste 1: análise de pH	
<p>Análise de pH utilizando papel tornassol: o pH medida que indica se ela é ácida, Papel tornassol e alcalina. Essa medida é importante, pois Recipiente afeta diretamente a saúde dos ecossistemas Pinça aquáticos. Luvas</p> <p>Procedimento: para simular a água do rio com diferentes pHs foi usado 3 soluções. O papel foi depois a cor foi comparada com a da tabela.</p>	<p>Materiais: da água é uma a tabela de cores neutra ou limpo</p> <p>Amostras líquidas: limão, solução com bicarbonato e solução de NaOH. mergulhado em cada uma delas e</p>
Teste 2: teste de chamas	
<p>Chama: usado principalmente para detectar metais alcalinos e alcalino-terrosos.</p> <p>Procedimento: para simular o solo contaminado com sais alcalinos, misture uma amostra de solo com cada um dos metais. Em seguida umedeça o algodão com álcool e coloque a amostra do solo por cima. Com o isqueiro atei fogo no algodão e espere a mudança de coloração. As chamas apresentaram as cores: lilás para o KCl, vermelha para o CaCl₂, rosa para o LiCl, verde para o BaCl₂ e para o CuSO₄, e amarelo para o NaCl.</p>	<p>Materiais:</p> <p>Sais com metais: cloreto de lítio (LiCl), cloreto de bário (BaCl₂), cloreto de sódio (NaCl), sulfato de cobre (CuSO₄), cloreto de cálcio (CaCl₂), cloreto de potássio (KCl).</p> <p>Amostra de solo</p> <p>Isqueiro</p> <p>Álcool</p> <p>Algodão</p> <p>Recipiente côncavo que suporte calor</p> <p>Óculos de proteção</p>
Teste 4: impressão digital	
<p>Coleta da impressão: a coleta de impressões digitais com vapor de iodo acontece por meio da reação do iodo com os óleos e sais presentes nas impressões digitais, criando uma coloração marrom ou preta.</p> <p>Procedimento: coloque alguns cristais do iodo o béquer e aqueça com o auxílio da placa aquecedora e tampe-o com algodão. Em seguida deposite uma impressão digital em um pedaço de folha de papel, retire o algodão do béquer e deixe o papel em contato com o vapor de iodo produzido após o aquecimento.</p>	<p>Materiais:</p> <p>Iodo cristalino</p> <p>Béquer (250mL)</p> <p>Uma folha de papel</p> <p>Pinça</p> <p>Placa aquecedora</p> <p>Algodão</p>
Teste 3: análise da água	
<p>Água: a água contaminada por vermes pode levar a contaminação por diversos micro-organismos. Alguns exemplos são: hepatite A e cólera.</p> <p>Procedimento: pingar uma gota da amostra de água contaminada em uma lâmina própria para microscópio e visualizar usando o equipamento afim de encontrar algum tipo de parasita</p>	<p>Materiais:</p> <p>Amostra de água contaminada</p> <p>Microscópio</p> <p>Lâmina de vidro para microscópio</p>

4.4 Parte investigativa

Teste 5: balão de hidrogênio

<p>Balão de hidrogênio: a reação do alumínio com o hidróxido de sódio resulta na liberação de gás hidrogênio que é um gás inflamável.</p> <p>Procedimento: na garrafa pet, coloque 150mL de água e 10g de NaOH. Tampe a garra com a boca do balão e espere a reação. Em seguida retire o balão com cuidado para não perder o gás. Amarre-o na ponta do cabo de vassoura, acenda a vela com o auxílio do isqueiro. Pegando na outra ponta do cabo, leve o balão até a chama. O contato resultará em uma explosão.</p>	<p>Materiais:</p> <ul style="list-style-type: none"> Papel alumínio NaOH Água Garrafa pet Balão de festa Cabo de vassoura Vela Isqueiro Luvas e óculos de proteção
Teste 6: impressão de pegada	
<p>Impressão de pegadas: as revelações de pegadas são evidências cruciais em cenas de crimes, contribuindo para a identificação de suspeitos e reconstrução da cena do crime.</p> <p>Procedimento: colocar água e gesso em um recipiente e mexer com um cabo de vassoura até virar uma pasta. Em seguida derramar a pasta em cima da pegada e esperar secar.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Gesso em pó Água Recipiente plástico Cabo de vassoura

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A referida atividade foi implementada junto aos alunos do terceiro e segundo ano do ensino médio, compreendendo 10 e 12 estudantes, respectivamente. Tal atividade ocorreu na segunda e terça-feira, respectivamente, durante o mês de fevereiro de 2024. No decorrer do primeiro dia, os alunos foram orientados a preencher um questionário que demandava uma hora para sua conclusão. Contudo, devido a uma falha na máquina de cópias da instituição educacional, foi necessário redigir o questionário manualmente, aguardando, posteriormente, que os alunos o copiassem e respondessem, resultando em um período de espera de duas horas, correspondentes a duas sessões de aula. Na semana seguinte, deu-se início à etapa experimental, na qual os testes 1, 2, 3 e 4 foram conduzidos durante o primeiro período de aula. Destaca-se que os quatro experimentos iniciais foram realizados nas dependências da sala de aula, dado que a instituição não dispõe de um laboratório específico para práticas experimentais. O Teste 1 (Figura 8) que foi o de pH foi realizado usando limão, uma solução de NaOH e uma solução com bicarbonato de sódio, utilizando papel tornassol para simular a água contaminada do rio descrito no estudo de caso. Visto que a alteração do pH em um rio pode levar à morte de organismos aquáticos, desequilíbrio do ecossistema, toxicidade de metais pesados e diminuição da biodiversidade. (Sousa, 2023).



Figura 8: Análise do pH utilizando papel tornassol

Fonte: Autora, 2024.

Para o Teste 2 (Figura 9) foi utilizado 6 tipos de sais, os quais contém metais nas suas composições, para simular o solo contaminado com tais metais. Essa contaminação pode resultar em diversos impactos negativos, incluindo a redução da fertilidade do solo, a contaminação de lençóis freáticos e cursos d'água próximos, e a toxicidade para plantas, animais e seres humanos que entram em contato com o solo contaminado (Farias, 2023).



Figura 9: Teste de chamas usando sais

Fonte: Autora, 2024.

Para o teste 3 os alunos coletaram impressões digitais usando vapor de iodo. O vapor de iodo é usado para revelar impressões digitais devido à sua afinidade com os óleos presentes nas impressões. Quando o iodo entra em contato com uma superfície onde houve toque, deposita-se nas áreas oleosas, tornando as impressões visíveis. Isso é útil em investigações forenses para identificar e coletar evidências de impressões digitais em objetos (Guerreiro, 2019).



Figura 10: Coleta de impressão digital

Fonte: Autora, 2024.

Posteriormente, procedeu-se à execução do teste 4 (Figura 11). Para simular a água do rio, foi coletada água de um riacho adjacente à escola, com o propósito de identificar tanto a presença de contaminação quanto de microrganismos vivos, incluindo ovos ou larvas. A presença de contaminação e microrganismos na água do rio pode afetar negativamente a saúde das pessoas que vivem nas proximidades, aumentando o risco de doenças transmitidas pela água, como cólera e hepatite A (Reis *et. al.* 2020).



Figura 11: Análise de água com um microscópio

Fonte: Autora, 2024.

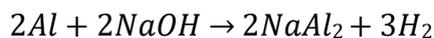
Houve dificuldade no manuseio do microscópio, em virtude da inoperância da tomada na sala de aula. Isso exigiu a remoção da conexão do ar-condicionado para viabilizar o uso do equipamento através de uma extensão elétrica. Ademais, as lentes do microscópio apresentavam resíduos de poeira, prejudicando a experiência observacional. Entretanto, os alunos demonstraram interesse pela oportunidade de utilizar o equipamento. Para simular as pessoas suspeitas vistas pela câmera da escola, a turma precisou considerar todos os alunos da turma do 2º como suspeitos. Para realizar o teste 6 (Figura 12) um aluno da turma do 2º colocou a pegada no jardim da escola, a turma do 3º tirou a impressão da pegada e foi até os colegas na sala ao lado verificar pegada por pegada até encontrar o dono da impressão. O indivíduo identificado necessitava transmitir a informação de que estava se desfazendo de resíduos contendo papel alumínio e um recipiente contendo soda cáustica para que posteriormente fosse feita a simulação da explosão citada no EC.



Figura 12: Impressão das pegadas

Fonte: Autora, 2024.

Em seguida os alunos foram conduzidos para o pátio para a realização do teste 5 (Figura 13). Quando o alumínio reage com NaOH (hidróxido de sódio), ocorre uma reação de deslocamento simples ou de substituição simples. O hidróxido de sódio reage com o alumínio para formar hidrogênio gasoso e hidróxido de alumínio. Essa reação é representada pela seguinte equação química:



O alumínio reage com o hidróxido de sódio para formar hidrogênio gasoso (H₂) como um dos produtos. O hidrogênio, que é um gás inflamável, é liberado na forma de bolhas gasosas durante a reação. Essa liberação de gás hidrogênio é uma característica distintiva dessa reação química e é frequentemente observada quando metais reagem com álcalis (Moura e Scaburi, 2020).

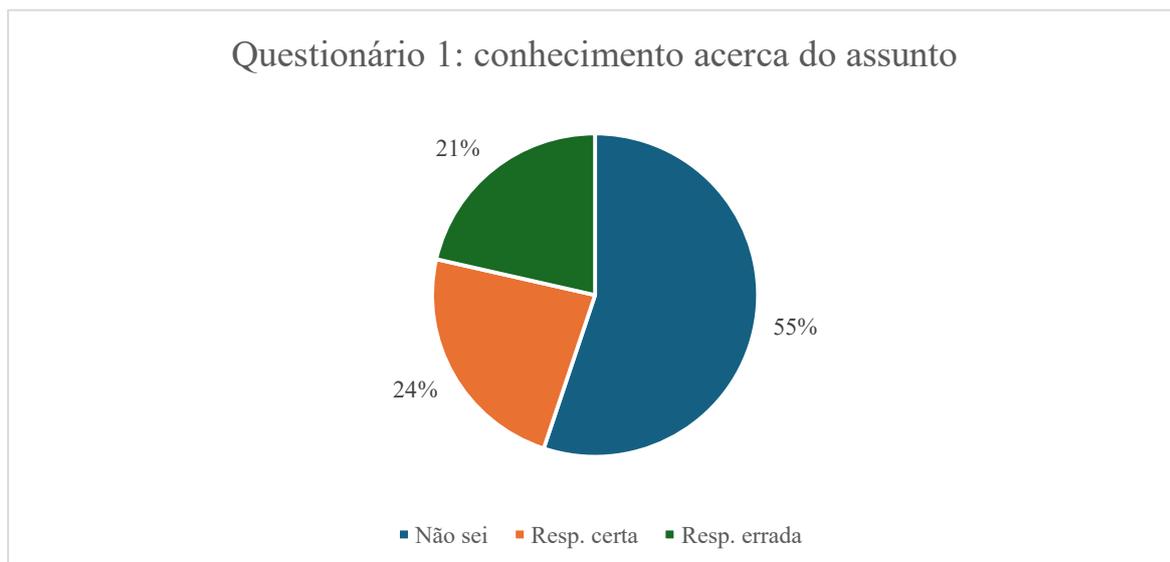


Figura 13: Balão de Hidrogênio

Fonte: Autora, 2024.

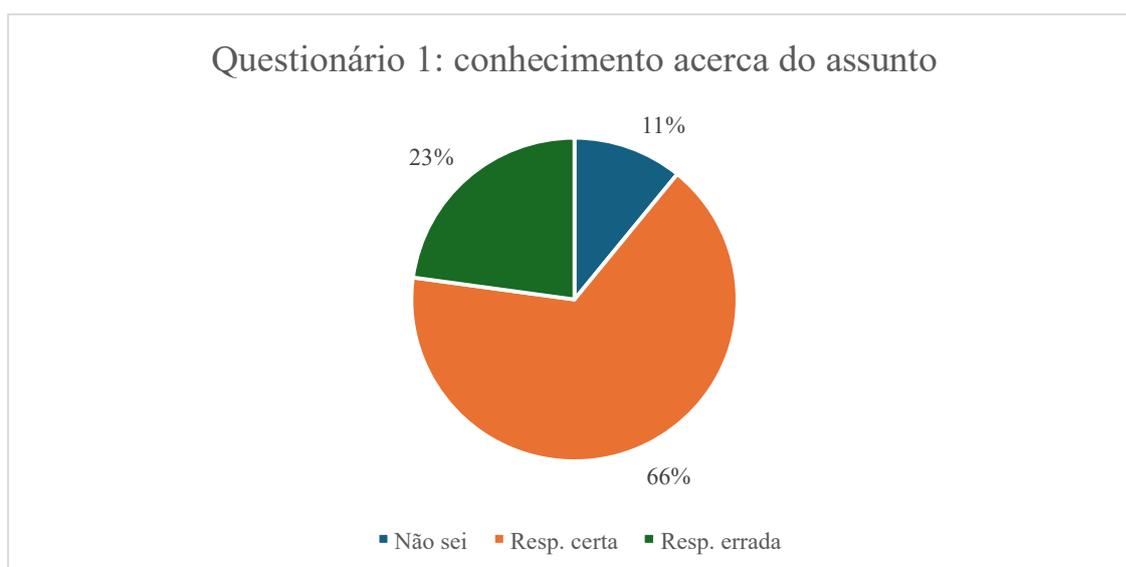
No dia seguinte, a classe do segundo ano procedeu à execução da atividade, considerando a classe do terceiro ano como sujeita sob suspeita. Todos os procedimentos experimentais foram conduzidos de maneira idêntica em ambas as turmas, em dias distintos, e acompanhados pela explicação dos fenômenos químicos que ocorreram em cada experimento. Na semana posterior, os questionários 1 e 2 foram reaplicados, com o intuito de comparar as respostas pré e pós atividade. Os estudantes foram indagados sobre a eficácia da atividade, avaliando-a em uma escala de classificação composta pelas categorias: péssima, ruim, razoável, boa, muito boa ou excelente. Após a coleta dos dados, são apresentados e discutidos os resultados da intervenção pedagógica em três etapas. A primeira etapa é direcionada ao conhecimento prévio dos alunos, onde foi analisado o nível de conhecimento após o questionário aplicado a eles. E a segunda etapa, mostra a quão proveitosa foi a atividade e o quanto os alunos conseguiram absorver da metodologia ativa de ensino. A terceira etapa foi direcionada ao retorno dos alunos em relação a atividade, e a opinião sobre essa metodologia diferenciada dentro da sala de aula. O questionário aplicado no 3º ano do ensino médio teve um resultado de 55% de resposta em branco ou relatos de não saber responder. Levando a crer que há uma carência de conhecimentos básicos deles na área de ciências. Essa carência pode estar relacionada à falta de interesse dos alunos devido a metodologia tradicional adotada na escola ou na defasagem que o ensino de química vem sofrendo nos últimos anos.

Gráfico 1 – resultado do questionário 1 aplicado na turma do 3º ano do ensino médio antes da atividade.



Fonte: Autora, 2024.

Gráfico 2 – resultado do questionário 1 aplicado na turma do 3º ano do ensino médio depois da atividade.

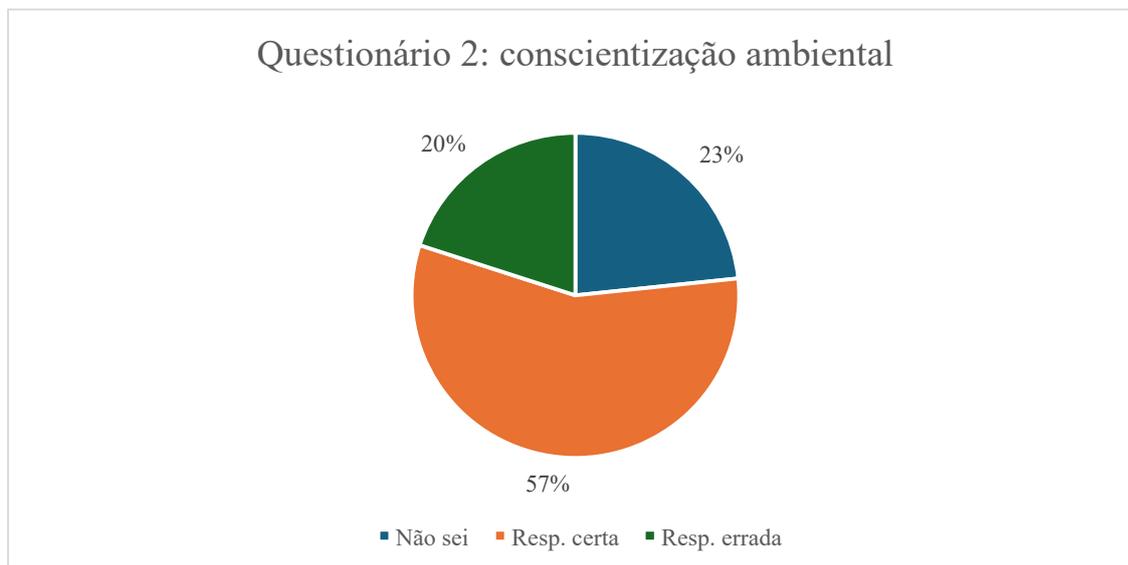


Fonte: Autora 2024

Após a realização da atividade, observou-se um aumento na taxa de respostas corretas de 24% para 66%, indicando que, nesta turma, a metodologia empregada demonstrou uma eficácia de 42%. Além disso, constatou-se um aumento de 2% no número de respostas incorretas, sugerindo que, mesmo diante da falta de certeza em relação às respostas corretas, os alunos se sentiram mais confiantes para tentar respondê-las. Este resultado positivo foi corroborado pelo questionário 2, no qual se registrou um aumento de 26% nas respostas corretas. É provável que a atividade tenha auxiliado os alunos a relembrares conceitos previamente estudados e a promoverem discussões entre si sobre a execução de cada

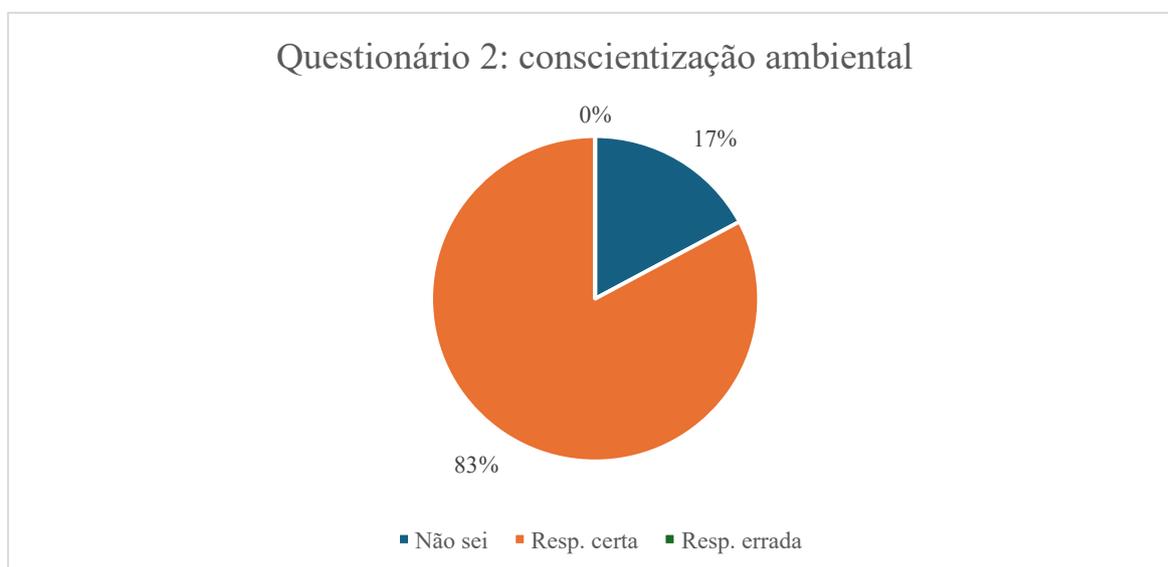
experimento, uma vez que o diálogo desempenha um papel fundamental no processo de aprendizagem (Lima, 2023).

Gráfico 3 – resultado do questionário 2 aplicado na turma do 3º ano do ensino médio antes da atividade.



Fonte: Autora, 2024

Gráfico 4 – resultado do questionário 2 aplicado na turma do 3º ano do ensino médio depois da atividade.



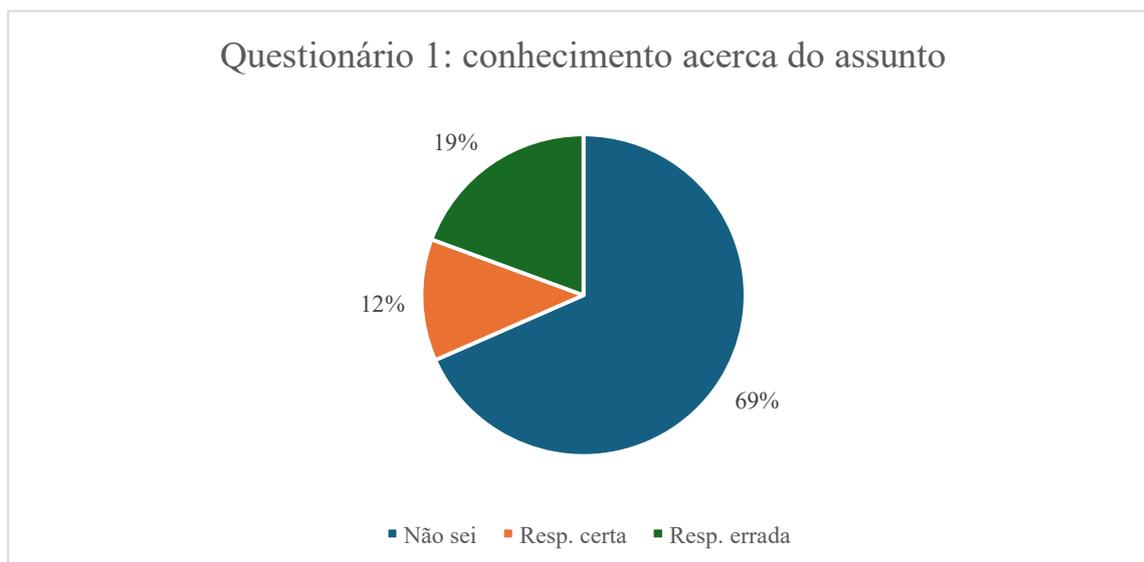
Fonte: Autora, 2024

Para o segundo questionário, as taxas de abstenção nas respostas ou de respostas incorretas foram consideravelmente reduzidas, um fenômeno que pode ser atribuído à experiência pessoal dos alunos. A maioria deles reside em áreas próximas a regiões impactadas

pela poluição, incluindo nascentes, córregos, rios e a lagoa, bem como em áreas florestais que não desfrutam de proteção ambiental adequada.

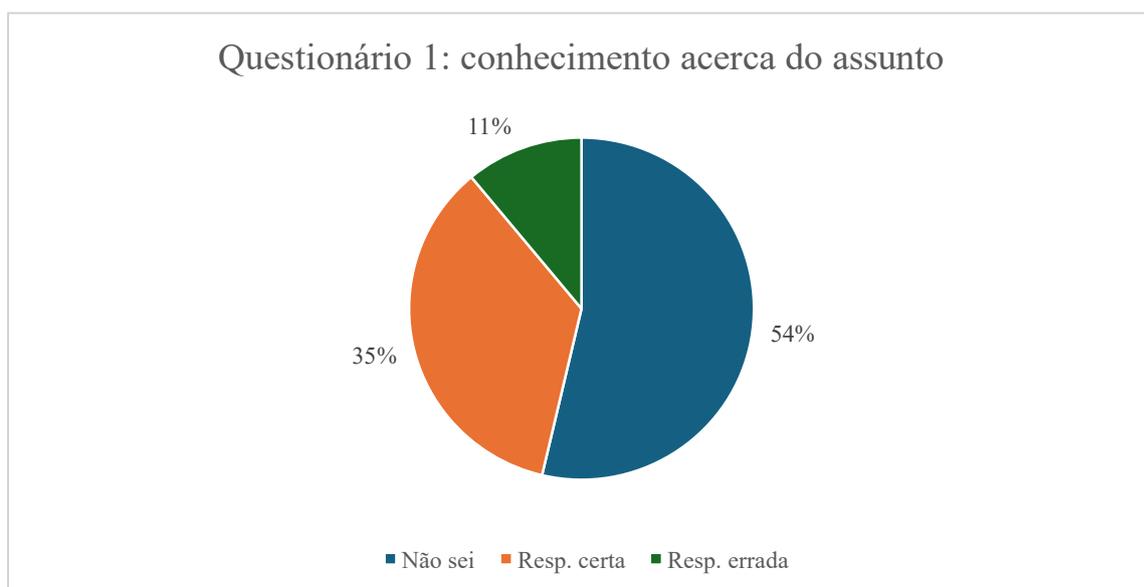
Os resultados na turma seguinte não foram tão significativos, mas não deixaram de ser positivos.

Gráfico 5 – resultado do questionário 1 aplicado na turma do 2º ano do ensino médio antes da atividade.



Fonte: Autora, 2024.

Gráfico 6 – resultado do questionário 1 aplicado na turma do 2º ano do ensino médio depois da atividade.



Fonte: Autora, 2024.

O conhecimento sobre o tema demonstrou um aumento de 23%, um valor inferior ao observado na turma do 3º ano. Esse desempenho já era previsto, considerando que a turma

havia recebido menos instrução em química que a turma anterior. No entanto, mesmo com essa expectativa, o índice de abstenções ou respostas "não sei" permaneceu elevado. Esse cenário pode ser atribuído à falta de interesse dos alunos pela disciplina de química, uma vez que um dos desafios encontrados durante a implementação dessa atividade foi a relutância de alguns estudantes em participar do questionário. Tal resistência se refletiu no questionário subsequente, no qual os resultados referentes à conscientização ambiental permaneceram praticamente inalterados.

Gráfico 7 – resultado do questionário 2 aplicado na turma do 2º ano do ensino médio antes da atividade.

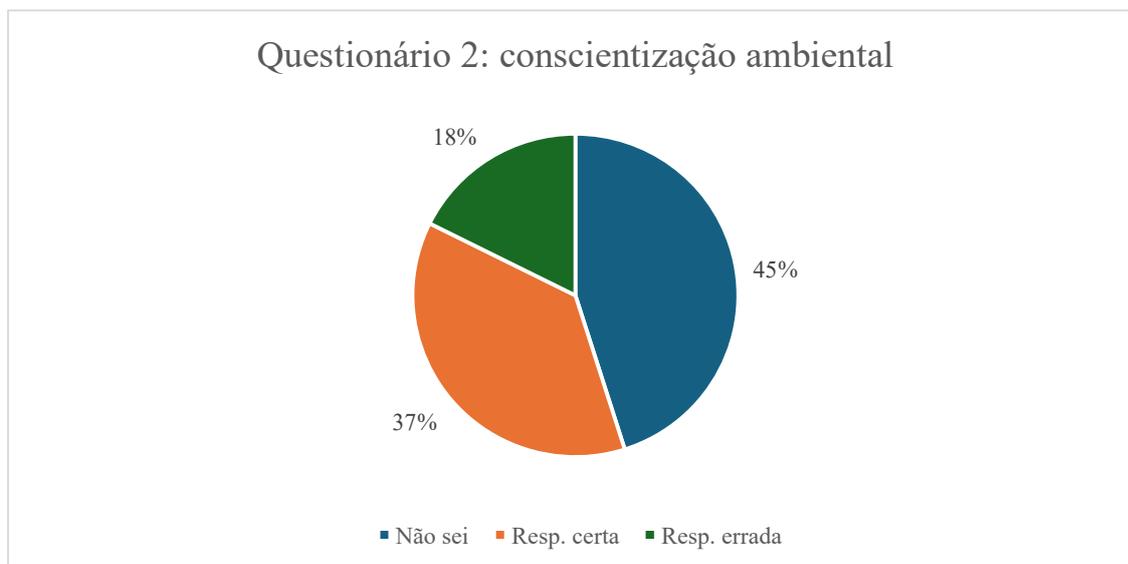
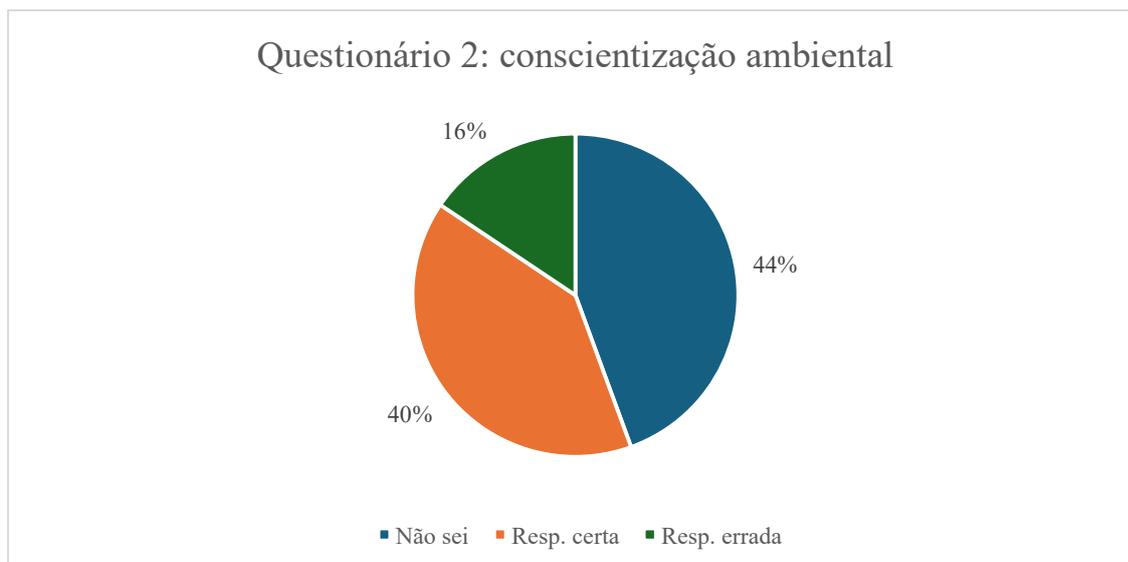
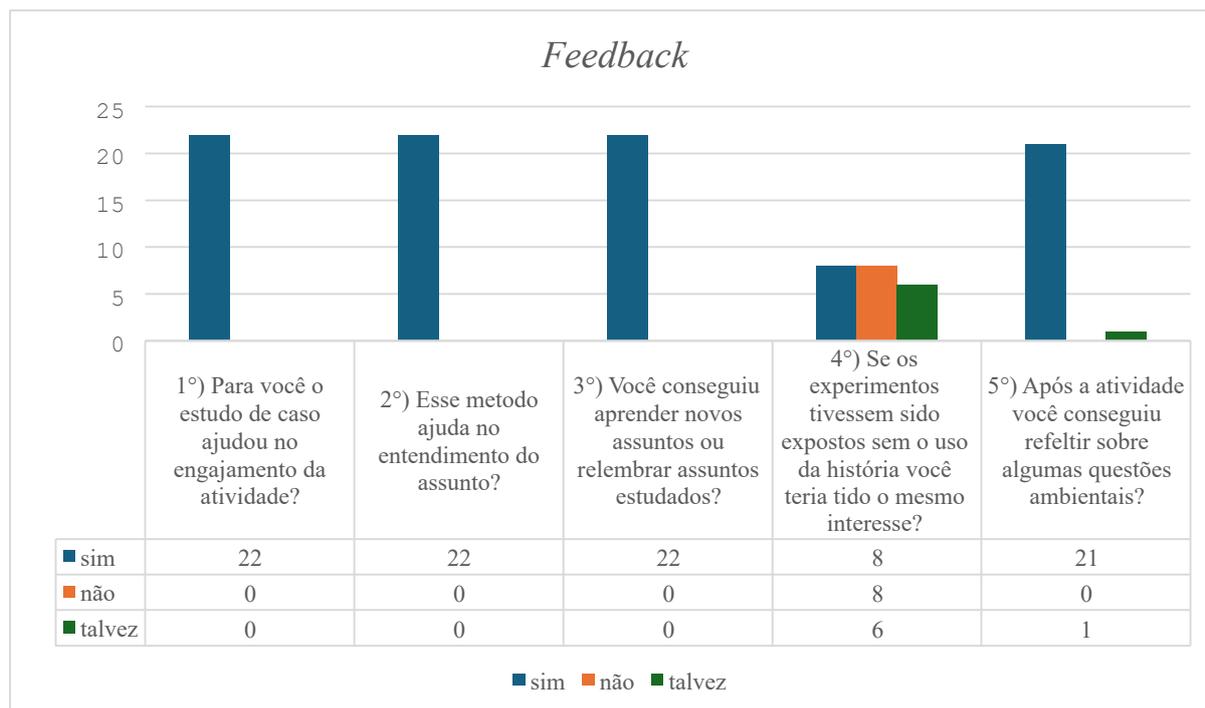


Gráfico 8 – resultado do questionário 2 aplicado na turma do 2º ano do ensino médio depois da atividade.



A comparação entre a primeira e a segunda etapa mostrou que a atividade teve sim resultados significativos apesar dos desafios encontrados a depender da série a qual foi aplicada. Para entender se houve uma diferença na qualidade de ensino, foi aplicado um terceiro questionário a fim de entender o que os alunos achavam da atividade.

Gráfico 9: Feedback dos alunos em relação a aplicação da atividade.

A metodologia ativa de ensino tem ganhado destaque na área educacional, pois oferece uma abordagem inovadora que promove a participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem. Essa abordagem difere do modelo tradicional de ensino, o que geralmente contribui para uma resposta positiva do aluno, pois eles se sentem mais engajados e motivados, apreciando a oportunidade de participar ativamente das aulas. Isso pode explicar as respostas positivas neste último questionário que buscou saber o que os alunos acharam da atividade (Gráfico 9). Portanto, é evidente que os alunos têm uma preferência crescente por métodos de ensino que os coloquem no centro do processo de aprendizagem e os capacitem a assumir um papel mais ativo e autônomo em sua educação.

Também foi observado alguns relatos diretos tais como: “faz outras aulas assim porque ajuda a escolher a profissão” e “quando a aula é assim parece que a gente aprende mais”.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, temos testemunhado um aumento significativo nos estudos desse tipo de abordagem, debate e implementação da inclusão de ensino diferenciado no ambiente escolar, visando garantir a todos uma interdisciplinaridade e efetividade maior dentro e fora da sala de aula. A abordagem proposta, por meio de uma sequência didática experimental e expositiva presente neste trabalho, se mostrou uma ótima ferramenta metodológica destinada a auxiliar os educadores em sua prática pedagógica. Integrar esta abordagem em práticas educacionais, pode criar ambientes escolares mais acolhedores, onde cada aluno se sinta valorizado e capaz de contribuir para o processo de aprendizagem individual e coletiva. Assim, aprimorando o papel do professor de não apenas cumprir papel como educador, mas também preparando os alunos para viverem em uma sociedade.

A abordagem adotada não apenas fortalece as habilidades científicas e investigativas dos alunos, mas também promove uma consciência mais ampla sobre questões ambientais urgentes discutidas atualmente, como o descarte incorreto do lixo. Ao envolver os alunos no processo de coleta, análise e interpretação de dados relacionados a questões ambientais, eles foram incentivados a refletir sobre suas próprias ações e hábitos, e como podem contribuir para a preservação do meio ambiente.

As conclusões obtidas neste trabalho vão além da sala de aula. Trazendo para os alunos conhecimento científico prático de forma simples e eficaz, desmistificando a ideia de dificuldade na disciplina de química e mostrando que cada um deles podem se tornar agentes de mudança em suas comunidades, aplicando seus conhecimentos e habilidades para promover práticas ambientalmente responsáveis e influenciar políticas públicas relacionadas à conservação do meio ambiente. A aplicação das técnicas forenses e investigação científica no contexto ambiental como uma ferramenta educacional foi capaz de não só aprimorar o conhecimento em química básica, mas também incentivar os alunos a participarem ativamente da dinâmica, contribuindo para o desenvolvimento cognitivo e aprimoramento da consciência ambiental.

Nesse sentido, acredita-se que este trabalho contribuirá para o aprimoramento do ensino e da aprendizagem sobre a inovação e na interdisciplinaridade do ensino no contexto da educação regular.

7 PERSPECTIVA FUTURA

- Utilização de tal projeto para contribuição na melhoria da qualidade do ensino e aprendizagem.
- Pesquisar e desenvolver novas metodologias em química forense que possam ser aplicadas para resolver crimes ambientais, como de poluentes, identificação de substâncias tóxicas e rastreamento de fontes de contaminação.
- Integração crescente de técnicas de investigação forense e conhecimentos científicos ambientais no ensino.
- Escolas buscando abordagens mais inovadoras e interdisciplinares para engajar os alunos.
- Avanços tecnológicos proporcionando experiências práticas e imersivas.
- Utilização de simulações virtuais, realidade aumentada e inteligência artificial para explorar cenários complexos de forma segura e eficaz.

REFERENCIAS

(Orgs) **Metodologias Ativas: aplicações e vivências em Educação Farmacêutica.** São Paulo. Abenfarbio. 2013

“Quais são os grandes desafios da educação no Brasil.” Disponível em: Brasil Paralelo - Desafios da Educação. Acesso em: [16/02/2024].

Alexandre W. V. do Nascimento, Andreia S. S. Aguiar e Adriano S. de Fonseca. **Investigação Criminal e Química Forense: espaço não formal de aprendizagem investigativa.** Quím. nova esc. – São Paulo-SP, BR. MAIO 2020.

Altet M.; Mhereb M. T.; **Observation of effective teaching practices in the classroom: training and research La observación de las prácticas de enseñanza efectivas en sala de clase: investigación y formación.** Cadernos de Pesquisa. <https://doi.org/10.1590/198053144321>. 2021. aproximações e distinções. Revista Educação em Questão, 57(52), 1-30. 2019.

Aureliano F. E. B. S., Queiroz D. E. **As tecnologias digitais como recursos pedagógicos no ensino remoto: implicações na formação continuada e nas práticas docentes.** Universidade Federal do Estado do Rio Grande do Norte (UFRN), Faculdade Venda Nova do Imigrante (FAVENI). Educação em Revista, 2023.

Bloome, D., Carter, S.P., Christian, B.M., Otto, S., & Shuart-Faris, N. (2004). Discourse Analysis and the Study of Classroom Language and Literacy Events: **A Microethnographic Perspective** (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781410611215>

Borochovicus. E.; Tassoni E. C. M.; **Aprendizagem Baseada Em Problemas: Uma experiência no ensino fundamental.** *Educ. rev.* [online]. 2021, vol.37, e20706. Epub 16-Abr2021. ISSN 1982-6621. <https://doi.org/10.1590/0102-469820706>.

Brito L. C. C. B., Marciano E. P., Carneiro G. M. B., Sousa R. M., Nunes S. M. T. N. A Cardoso, s. P.; Colinvaux, D. **“Explorando a motivação para estudar química”.** Química Nova, 23 (2): 401, 2000.

Cocato, M.; Faria A.: **Aprendizagem Baseada em Projeto.** In COSTA, OLIVEIRA e CECY, DE UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS. Universidade Federal Rural de

Pernambuco, Recife-PE, Revista Ciências e Ideias. 2021.

Oliveira, S. L. de., Siqueira, A. F., & Romão, E. C. (2020). **Aprendizagem Baseada em Projetos no Ensino Médio: estudo comparativo entre métodos de ensino.** *Bolema: Boletim De Educação Matemática*, 34(67), 764–785. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v34n67a20>

Duarte A. **A produção acadêmica sobre trabalho docente na educação básica no Brasil: 1987-2007**, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Faculdade de Educação - FAE, Brasil, Educar em Revista, 2010.

Eduardo S.; Josefina B. K.; **A METODOLOGIA ATIVA COMO PROPOSTA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS.** Revista da Rede Amazônica da Educação em Ciências e Matemática. n.03, dezembro de 2015, ISSN: 2318 –6674. EDUCATIVO. Atena, 2019 Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>. 2015

Ensino de química: desafios e perspectivas – CFQ. Conselho Federal de Química. Disponível em: Ensino da Química: desafios e perspectivas – CFQ – Conselho Federal de Química. Acesso em: [15/02/2024].

ESTRATÉGIAS LÚDICO-EDUCATIVAS. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Experiência No Ensino Fundamental. Educação Em Revista. <https://doi.org/10.1590/0102469820706>. 2021.

Farias A. S. **Análise da contaminação do solo por metais potencialmente tóxicos em locais de reciclagem de resíduos eletrônicos.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de Brasília (UnB). 2023.

Ferrarini, R.; Saheb, D.; Torres, P. L. **Metodologias ativas e tecnologias digitais.** Fullan, M. The new meaning of educational change. Teachers College Press. (2007).

G1. **"Após surgimento de rachaduras, situação de emergência em Pilar é reconhecida pelo Governo federal."** G1, 31 de agosto de 2022. Após surgimento de rachaduras, situação de emergência em Pilar é reconhecida pelo Governo federal | Alagoas | G1 (globo.com) Acesso em: 24 de mar. 2024

Guerra, R. C. B. J.; **Química Forense no Ensino Básico**. Tese de mestrado. Universidade de Evora, Portugal, 2011.

Guerreiro I. L.; Sampaio C. G.; **Papiloscopia Forense e revelação d impressões digitais na cena de um crime: uma ferramenta para o ensino de química com enfoque em CTS**. Research Society and Development, vol 8, núm. 9, 2019.

Kiany S. B. Cavalcante, Francisco R. S. de Sousa, João P. D. Monteiro, Jane da P. P. Souza, Leite, B. S. **Aprendizagem Tecnológica Ativa**. Revista Internacional de Educação Superior, 4(3), 580-609. 2018.

Lima F. E. M.; **O diálogo como metodologia filosófica para o ensino de filosofia**. Revista Docentes, 2023.

Lima M. L. F., Cordairo P. A. S., Costa D. G., Silva J. T., Silva V. B., Souza B. K. P. A., Souza Lima, A.S. ; Santos, L.G.P ; Lima, A.A. ; Arçari, D.P. ; Zanin.; **QUÍMICA FORENSE**. Química do Centro Universitário Amparense – UNIFIA. 2018.

Maldaner, O. A.; Piedade, M. C. T. **“Repensando a química: a formação de equipes de professores/pesquisadores como forma eficaz de mudança da sala de aula de química”**. Química Nova na Escola, 1: 15, 1995.

Modelski, D.; Lúcia M. M. Giraffa.; Casartelli, A. O., **Tecnologias digitais, formação docente e práticas pedagógicas**. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Educação e Pesquisa. 2019.

Moura C. R.; Scaburi A. G.; **Avaliação dos parâmetros do processo de usinagem química com NaOH em tubos de quadrados de alumínio**. Exacta, 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 alunos**. In: Encontro Dialógico Transdisciplinar - Enditrans, Vitória da Conquista, BA. - Educação e conhecimento científico, 2010.

Paulo R. M. R. **HISTÓRIA DA EDUCAÇÃO ESCOLAR NO BRASIL: NOTAS PARA UMA REFLEXÃO**. USP, Ribeirão Preto 04/02/1993.

Pires M. F. C.; **Multidisciplinaridade, Interdisciplinaridade e Transdisciplinaridade no Ensino**. Debates, Universidade Estadual Paulista, 1998.

Pozo, J. I.; Crespo, Miguel. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre: Artemed, 2009.

Pricinotto, G.; Primo, J. O. **O Experimentando e “Adoçando” o Ensino de Química: das dificuldades em estequiometria à confecção de alfajores**. ReLAPEQ, v. 4, n. 1, p. 115- 128, 2020.

Queiróz M. F. F., Emiliano L. L. **Ser docente no Século XXI: o trabalho em uma universidade pública brasileira**. Universidade Federal de São Paulo, Departamento de Políticas Públicas e Saúde Coletiva. Revista Katálysis, 2020.

Queiroz S. L.; Oliveira Í. M.; Lima M. S.; **Estudo de caso Interrompido na Promoção de Conhecimento Ambiental de Graduandos em Química: Resíduos Sólidos Urbanos em Foco**. Química Nova, 2022

Brito L. C. C., Marciano E. P., Carneiro G. M. B. C., Sousa R. M., Nunes S. M. T., **Química Forense como unidade temática para o desenvolvimento de uma abordagem de Ensino CTS em Química Orgânica**. Universidade Federal de Goiás, Ensino e Aprendizagem EAP, 2010.

R. V, Silva I. M., **APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP): RELATO Regina H. M., O ESTUDO DA QUÍMICA NO COTIDIANO: As dificuldades para os alunos no ensino de Química**. Ensino médio em diálogo. 2015.

Reis D. A.; Nascimento L. P.; Marques L. S.; Oliveira E. G.; Ferreira C.S.; Chagas I. A. S.; Roeser H. M.; Santiago A. F.; **Restrição do uso das águas da bacia hidrográfica do rio Matipó devido à contaminação microbiológica**. Revista Mineira de Recursos Hídricos. 2020.

ROSA, M. F. DA; SILVA, P. S. DA; GALVAN, F. DE B. **“Ciência forense no ensino de química por meio da experimentação”**. Química Nova na Escola, 37 (1): 35, 2014.

Santos L. A.; A INSERÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL POR MEIO DE Santos N. A., Bergamaschi C. L., Victor R. P. D., Romão W. **As potencialidades de divulgação e alfabetização científica de uma História em Quadrinhos sobre Ciências Forenses**. *Ciência & Educação*. <https://doi.org/10.1590/1516-731320230041>, 2023.

SANTOS, A. O.; SILVA, R. P.; ANDRADE, D.; LIMA, J. P. M. **Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química)**. *Scientia Plena*, São Paulo, v. 9, n. 7, p. 1–6, mar. 2013. Disponível em: <https://www.scienciaplena.org.br/sp/article/viewFile%20/1517/812>. Acesso em: 10 out.

Santos, M. J., & Pereira, C. A. **A Formação de Professores de Química na Perspectiva da Educação Inclusiva: Revisão Bibliográfica dos Anais do ENEQ (2008-2018)**. *Revista Debates em Ensino de Química*, 7(3), 1-18. (2021).

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão**. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n. 4, 1996.

Sardinha V. L., Pereira O. J., Rodrigues M. E., Silva T. L., Silva P. R. **ENSINO DE QUÍMICA COM JOGOS LÚDICOS**. VI Congresso Nacional da Educação. 2019.

Sasseron, L. H.. (2015). **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola**. *Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências (belo Horizonte)*, 17(spe), 49–67. <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>.

SEA Group, **Gerador gratuito de arte em IA - SeaArt AI**, 2021, acesso em 16/04/2024.

SILVA, F. S., and SERAFIM, M. L. **Redes sociais no processo de ensino e aprendizagem: com a palavra o adolescente**. In: SOUSA, RP., et al., orgs. *Teorias e práticas em tecnologias educacionais* [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2016, pp. 67-98. ISBN 978-85-7879-3265. Available from SciELO Books.

Silva, p. S.; Rosa, m. F. **“Utilização da ciência forense do seriado CSI no ensino de química”**. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 6 (3): 148, 2013.

Sobreira V.; Lima S. R.; Nista-Piccolo V. L.; **A percepção dos futuros professores de educação física sobre a preparação no trabalho com pessoas com deficiência.** Revista Pensar a Prática. 2015.

Solidade R. M., Hogemann E. R., **Educação e direito no brasil colonial: a pedagogia jesuítica como estratégia de catequização e aculturação.** Revista Jurídica Luso-Brasileira (RJLB) 2016.

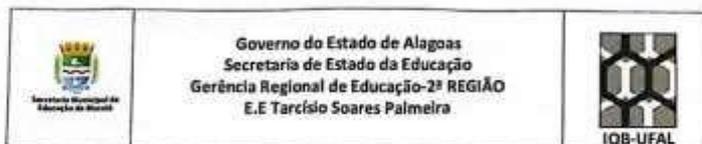
Sousa D. F. **O comportamento dos peixes criados em cativeiro como indicador de qualidade de água.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRN) 2023.

Souza S. C., Dourado L., **Aprendizagem baseada em problemas (abp): um método transdisciplinar de aprendizagem para o ensino.** Três Corações, v. 15, n. 1, p. 240-252, jan./jul. 2017.

Tribunahoje.com, **Especialista fala sobre poluição no Complexo Lagunar MundaúManguaba. Especialista fala sobre poluição no Complexo Lagunar MundaúManguaba** - TribunaHoje.com. 25 de maio de 2022. Acesso em 16/04/2024.

UNESCO. **Startling digital divides in distance learning emerge.21/04/2020.** Disponível em: <https://en.unesco.org/news/startling-digital-divides-distance-learning-emerge>. Acesso em 24 mar. 2024.

APÊNDICE I
Autorização da direção escolar.



Por meio desta, concedo autorização à pesquisadora **Aline Gonçalves Felix**, Graduanda em Química Licenciatura pelo Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas, sob orientação da Profa Dra. Thatiane Veríssimo dos Santos Martins, do Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas - IQB/UFAL, para realizar a pesquisa intitulada " *Explorando o Fascínio pela Química Forense: Uma Ferramenta Motivadora para a ampliação do conhecimento de Química e Conscientização Ambiental*". Esta pesquisa será conduzida junto às turmas de 2º e 3º ano do Ensino Regular nas dependências da Escola de ensino fundamental e médio Criativa, bem como em ambientes externos, os quais sou diretora.

Declaro, ainda, que fui devidamente informada pela responsável sobre o tempo necessário, as características e objetivos da pesquisa, assim como das atividades que serão realizadas com os estudantes da instituição que represento

Diretora da Escola
Fátima Maranhão