

POLUIÇÃO DO RIO CAPIBARIBE

EM UMA ABORDAGEM BASEADA NA EXPERIMENTAÇÃO



**PRODUTO
EDUCACIONAL**

Cleiton Luiz da Silva Souza



Ebook produzido a partir das ações realizadas na Dissertação do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI com o título: *A importância da experimentação no ensino de Química: abordando a temática poluição das águas do rio Capibaribe no ensino fundamental II*”, sob a orientação da professora Dr^a. Flávia Christiane Guinhos de Menezes Barreto Silva.

APRESENTAÇÃO

Prezado(a) Professor(a),

É com entusiasmo que compartilhamos este trabalho baseado na Experimentação, elaborada no âmbito do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI), com o propósito de apoiar docentes no ensino de Química, tendo como temática a poluição hídrica.

A temática foi selecionada por sua urgência global e por permitir uma abordagem onde os saberes dialogam, conectando conceitos químicos a problemas reais, como a contaminação de rios. A proposta visa não apenas transmitir conhecimentos científicos, mas também desenvolver consciência crítica nos estudantes sobre os impactos da ação humana nos ecossistemas aquáticos.

A metodologia empregada, alia a perspectiva do aprendizado baseado na experimentação, incentivando os alunos a investigarem, através de experimentos.

As atividades propostas incluem trabalhar com os assuntos que permeiam o conhecimento químico nas disciplinas de geografia, biologia e também na educação ambiental.

Esta proposta baseada em experimentos foi elaborada para contextualizar o ensino, mostrando como a Química está presente nos desafios no cotidiano. Ao final, espera-se que os estudantes dominem os conceitos químicos científicos, e também sintam-se motivados a agir como cidadãos responsáveis pelo meio ambiente e capazes de tomar decisões. Acreditamos que este recurso possa ser utilizado nas escolas para enriquecer as aulas, transformando o aprendizado uma experiência dinâmica e motivadora. Convidamos você a adaptar as atividades conforme a realidade de sua escola, incentivando os estudantes a uma participação ativa.



A EXPERIMENTAÇÃO COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA NO ENSINO

A experimentação como ferramenta no ensino da ciência é uma abordagem pedagógica que enfatiza o papel ativo do aluno no processo de aprendizado, através da investigação e da prática. Nesse contexto, o conhecimento não é simplesmente transmitido pelo professor, mas construído pelo aluno à medida que ele explora, manipula materiais, testa hipóteses e analisa resultados.

A experimentação deve ser um processo cíclico e parte essencial da prática pedagógica, convertendo a sala de aula em um cenário onde a exploração e a descoberta são favorecidas a qualquer momento.

Experimentar é um método essencial na educação em ciências. Permite que os estudantes tenham um exemplo prático e/ou investigativo da teoria para compreender e expandir seu conhecimento sobre os fenômenos com os quais os estudantes estão trabalhando e permite que se desenvolvam hipóteses, que podem ser testadas. No âmbito da educação em ciências e matemática, as práticas experimentais são fundamentais para o que Frazão, Gusmão & Antunes (2021) definem como aprendizado "aprofundado". Essas práticas baseiam-se no treinamento do estudante para o desenvolvimento da reflexão crítica e da autonomia. Ao longo deste processo, os estudantes começam a questionar, investigar e explicar fenômenos naturais, o que leva à construção de um cidadão mais crítico e consciente.

O trabalho de Silva *et al.* (2018) sobre a integração de conhecimento de diferentes áreas da educação em ciências, conectada à prática da experimentação revela como, ao optar por esses procedimentos, somos capazes de conectar diferentes áreas do conhecimento entre si, baseando-se nas experiências dos estudantes. Esta convergência do conhecimento, quando combinada com a experimentação, é propícia para estabelecer conexões entre conteúdos, e assim, o aprendizado torna-se mais significativo.

Envolver os alunos em experimentos no ensino de ciências e matemática parece necessário para converter a verdadeira natureza dessas disciplinas em algo novo e desafiador.

Moraes (2018) menciona a ausência de recursos materiais e infraestrutura nas escolas - não ter laboratórios suficientes e as escolas não estarem equipadas com materiais, como um dos principais obstáculos às aulas com experimentação. Outra causa que gera desinteresse dos professores em experimentar pode ser explicado por Santos (2020), que elucida a intencionalidade com método experimental e enfatiza que relações significativas não são apenas entre os próprios estudantes, mas também "neste processo" entre os professores, e implicam que brincar com material significa "brincar" com algo muito concreto. Isso também leva a educadores não se sentirem confortáveis ou inexperientes em experimentar atividades para evitar o medo de errar, resultando em métodos de ensino mais tradicionais que mostram menos do que os alunos podem explorar e investigar.

Nascimento (2023) explorou os conhecimentos dos professores do ensino fundamental em relação a atividades de campo e compeliram a necessidade de aulas experimentais bem sucedidas.

Este material pretende ensinar ativamente um pouco da natureza experimental, fornecendo aos estudantes um conjunto de habilidades para apoiá-los na construção de seu próprio conhecimento e entender o padrão real escondido dentro de qualquer novo fenômeno.

Espera-se que essa abordagem prática e contextualizada, baseada nos princípios da aprendizagem ativa, pela experimentação, se mostre: eficaz para motivar os estudantes - onde os encontros devem proporcionar, ao grupo, entusiasmo para as pesquisas nos próximos encontros; realizar a pesquisa, coletar dados e analisar informações, buscar soluções para os problemas identificados e refletir sobre a importância da gestão adequada dos resíduos sólidos e a necessidade de adotar hábitos mais sustentáveis no dia a dia, além de demonstrar que a problemática local desperta o interesse e senso de responsabilidade ambiental.



PRIMEIRO ENCONTRO

SONDAGEM DIAGNÓSTICA E APRESENTAÇÃO DO TEMA

No primeiro encontro, o objetivo é de engajar os estudantes e conhecer seus conhecimentos sobre a poluição hídrica. Para isso, pode ser utilizado um questionário e a apresentação de reportagens e vídeos, tendo como sugestão:

- Para despertar o interesse dos alunos: Inicie a conversa com perguntas abertas sobre a importância da água e do rio nas suas vidas. Isso cria uma conexão pessoal e motiva a participação.
- Apresentar o tema: Explique que a aprendizagem se baseia em experimentação sobre a saúde do rio. O objetivo é que os alunos atuem como pesquisadores, buscando identificar os autores da poluição do rio.
- Aplicar um questionário de sondagem: Distribua um questionário com perguntas para avaliar o que eles já sabem sobre as causas e consequências da poluição do rio.
- Dividir os estudantes em grupos: Organize a turma em grupos para promover a colaboração. A divisão por sorteio pode garantir que as equipes sejam imparciais.
- Visita ao rio: Leve os alunos para uma visita às margens do rio. Esta é uma experiência prática que quebra a rotina escolar e os coloca em contato direto com a realidade. A observação visual da poluição no local pode fortalecer o engajamento e a curiosidade.

As etapas estão organizadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Etapa do desenvolvimento da Sondagem Diagnóstica e Apresentação do Tema.

Etapas do desenvolvimento	Objetivo	Instrumentos	Tempo Didático
1- Sondagem diagnóstica e apresentação do tema	Conhecimento prévio dos estudantes sobre a temática da poluição do rio próximo à escola visando despertar o interesse dos estudantes.	Questionário Apresentação de reportagens e vídeo	1º Momento Pelo Menos 30 minutos
2 - Divisão dos estudantes em grupos para elaboração dos Experimentos	Promover a construção de equipes de trabalho para o desenvolvimento dos experimentos	Papel e caneta	2º Momento Pelo Menos 10 minutos
3- Visita ao rio Capibaribe próximo à escola	Realizar uma imersão na problemática real	Papel, caneta, celular, smartphone, roteiro de visita	3º Momento Pelo Menos 50 minutos
4- Momentos para reflexão e discussão	Refletir criticamente sobre aproblemática relacionada	Papel e caneta	4º Momento Pelo Menos 10 minutos

Fonte: O autor



SEGUNDO ENCONTRO

ORIENTAÇÕES ESTRUTURADAS COM METAS ESPECÍFICAS REALIZAÇÃO DE PESQUISA TEÓRICA PARA SELEÇÃO DOS EXPERIMENTOS APROFUNDAMENTO DA TEMÁTICA E CONTEÚDO

Esta etapa é crucial para transformar a curiosidade dos alunos em um plano de pesquisa estruturado. A seguir, orientações para conduzir as atividades e aprofundar o conhecimento de forma coesa.

1. Realizar Pesquisa Teórica e Seleção dos Experimentos

É fundamental que os alunos busquem informações para selecionar os experimentos. Oriente-os a usar os recursos da escola, como livros e internet, para pesquisar sobre a poluição do rio e as possíveis análises químicas. O professor deve mediar essa busca, ajudando a conectar as perguntas dos alunos com conceitos científicos e experimentos aplicáveis.

- *Conteúdos Químicos a serem explorados:* A partir das pesquisas, desenvolva os temas de matéria e substâncias, misturas e métodos de separação (filtração e destilação), solubilidade, pH e turbidez.

2. Aprofundar a Temática e o Conteúdo

Antes de ir para a prática, reforce a teoria. Abra espaço para perguntas, dúvidas e em seguida, explique a importância de cada conceito para melhor aprendizagem do tema, garantindo que os estudantes compreendam o que irão analisar e por quê.

- *Temas para Aprofundamento:* Discuta a definição de poluição, os tipos de lixo sólido, o tempo de decomposição dos materiais e a importância dos testes de coliformes fecais para a saúde pública.

- *Experimentos:* Prepare e apresente os experimentos escolhidos que serão realizados, como o de separação de misturas (filtração e destilação), o teste de pH e o teste de coliformes totais.

Essa abordagem garante que a experimentação seja mais do que um "ritual escolar", tornando-se uma ferramenta significativa para a construção do conhecimento e a compreensão da realidade local.



TERCEIRO ENCONTRO

REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Sugestões de Experimentos para Análise da Água do Rio

Professor(a), a seguir apresentamos orientações para a realização de experimentos práticos que permitem aos alunos investigarem a qualidade da água. O objetivo é conectar conceitos de química e biologia a uma problemática real, utilizando materiais acessíveis, utilizando como referências os parâmetros legais.

Teste de Coliformes Totais e Fecais (Termotolerantes)

Objetivo: Analisar a qualidade microbiológica da água, identificando a presença de bactérias do grupo coliforme, que servem como indicadores de contaminação por esgoto doméstico e dejetos animais.

Materiais:

- Amostra de água do rio coletada em garrafa PET.
- Para este procedimento pode-se usar um kit de teste para coliformes fecais e totais, contendo cubetas e reagente indicador em pastilha.
- Área segura para incubação da amostra por 48 horas.

Metodologia:

1. Preparar a amostra: Coletar 10 mL da água do rio em uma cubeta do kit de teste.
2. Adicionar o reagente: Inserir o comprimido indicador na cubeta e tampar. Não agitar a amostra.
3. Incubar: Deixar a amostra em temperatura ambiente (21 a 27 °C) por 48 horas, fora do alcance da luz solar.
4. Analisar o resultado: Comparar a cor da amostra após a incubação com as informações padronizadas do reagente.

Possíveis Resultados e Parâmetros Legais

Um resultado positivo é indicado pela mudança de coloração para um tom amarelo ou marrom-claro, acompanhado de bolhas de gás. Isso confirma a presença de coliformes fecais, como a *Escherichia coli*, e evidencia a contaminação por esgoto doméstico, como mostra a figura 1.

Figura 1 – Kit Presuntivo Coliformes Totais e Fecais



Fonte: O autor

Este teste se alinha à Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, que estabelece os padrões de potabilidade da água no Brasil.

Figura 2 – Kit Medição pH



Fonte: <https://lista.mercadolivre.com.br/aquality>

Medição de pH

Objetivo: Determinar o potencial hidrogeniônico (pH) da água, que é uma medida de sua acidez ou alcalinidade. O pH é um parâmetro fundamental para a vida aquática e pode indicar a presença de poluentes, como exemplo a figura 2.

Materiais:

- Amostra de água do rio.
- Kit de teste de pH, contendo uma cubeta graduada, reagente e uma escala colorimétrica de comparação.
- Conta-gotas (geralmente fornecido no kit).

Metodologia:

1. Preparar a amostra: Coletar uma alíquota da água do rio e transferir para a cubeta do kit.
2. Adicionar o reagente: Gotejar a quantidade indicada do reagente (geralmente 4 gotas de vermelho de fenol) na cubeta.
3. Analisar o resultado: Agitar suavemente e comparar a cor da solução com a escala colorimétrica do kit para determinar o pH.

Possíveis Resultados e Parâmetros Legais:

- Os cursos d'água geralmente variam entre pH 6 e 8. Desvios significativos desta faixa podem afetar a vida aquática e indicar poluição.

A Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece os limites de pH aceitáveis para diferentes classes de corpos d'água, sendo um parâmetro legal crucial para a gestão e proteção ambiental.



QUARTO ENCONTRO

REALIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Ao propor os experimentos de filtração e destilação artesanais, é fundamental ressaltar aos alunos que nem todos os materiais precisam ser comprados. Essa abordagem sustentável e econômica fortalece o conceito de reaproveitamento e dá mais sentido prático à proposta.

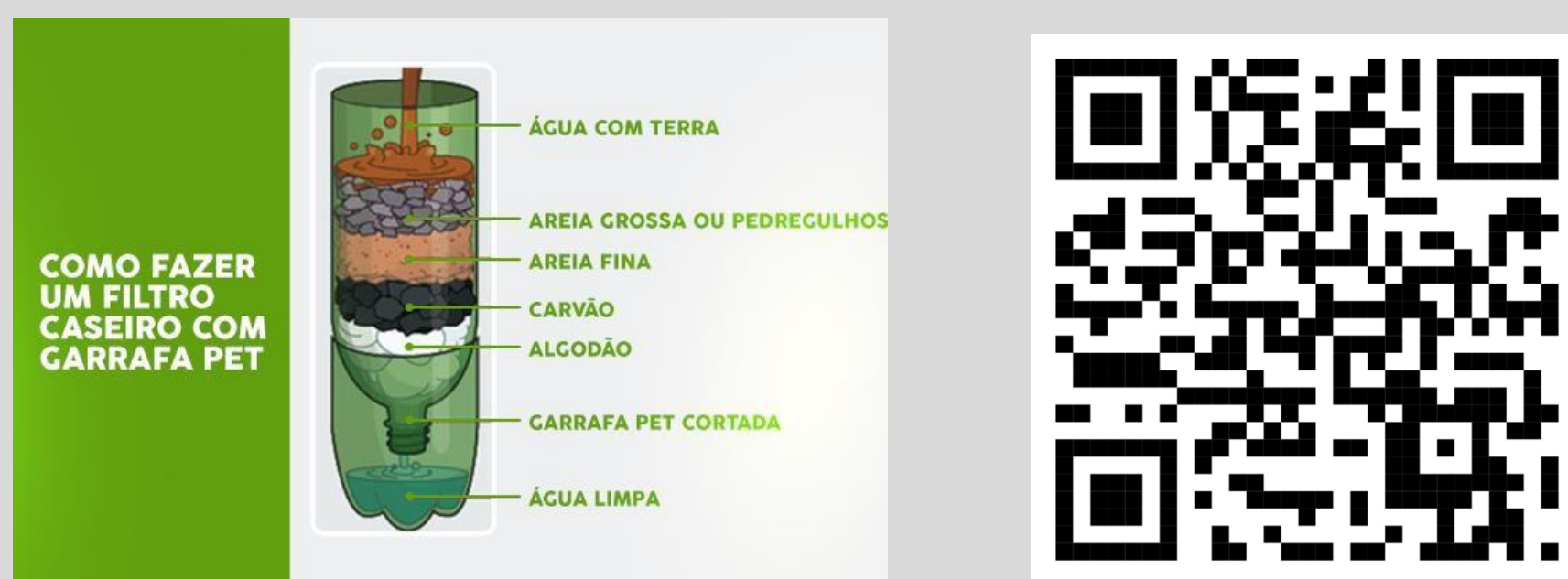
A visita às margens do rio, deve fazer parte do plano de aulas, este momento pode ser aproveitado para a coleta de alguns dos materiais necessários, como:

- Garrafas PET: Ideais para a construção do filtro e do destilador artesanal.
- Lamparinas: Em alguns casos, itens descartados metálicos podem ser adaptados como lamparinas para fonte de calor.

A coleta desses materiais torna a experiência ainda mais completa, conectando a teoria à prática. Deve ser tomado os devidos cuidados e segurança na coleta destes materiais fazendo o uso de luvas de proteção.

O experimento de filtração simples, conforme figura 3, permite construir um filtro artesanal para remover impurezas visíveis para reduzir a turbidez da água.

Figura 3 - Filtração Simples



Fonte: <https://ecofossa.com/aprenda-fazer-um-filtro-caseiro-com-garrafa-pet/>

Materiais Necessários:

- Uma garrafa PET transparente cortada ao meio.
- Camadas de algodão, carvão, areia fina e brita.
- Água do rio com impurezas visíveis.

Metodologia:

1. Montar o filtro: Pegar a parte superior da garrafa PET (com a boca e o gargalo) e invertê-la, encaixando-a na parte inferior (a base).
2. Dispor as camadas: Na ordem, colocar o algodão no fundo do gargalo, seguido pelas camadas de brita, areia grossa e areia fina. (algodão, areia grossa, areia fina, carvão ativado e brita);
3. Filtrar a água: Despejar lentamente a água com impurezas na parte superior do filtro.
4. Observar: Analisar a água que sai da parte inferior do filtro para comparar sua clareza com a amostra original.

Possíveis Resultados e Discussões:

- Resultados: A água filtrada deve apresentar uma redução significativa da turbidez e das impurezas visíveis.
- Discussão: A atividade permite discutir conceitos como processos físicos de separação de misturas, a importância de cada camada filtrante e pode-se discutir a possibilidade de realizar o método de filtração de maneira artesanal e associar com o processo real, do cotidiano, que acontece em escala maior, numa estação de tratamento de água (ETA). Este é um excelente momento para reforçar que, embora o filtro artesanal torne a água mais limpa visualmente, ela ainda não é potável e necessita de outros tratamentos químicos como nas ETAS.

Figura 4 - DESTILAÇÃO SIMPLES ARTESANAL



Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=ZPeTZvVhWRs>

O experimento de destilação simples de maneira artesanal demonstra, conforme figura 4 o método de separação de substâncias dissolvidas, como sais minerais dissolvidos e material orgânico em suspensão a partir dos processos de vaporização e condensação da água ocorridos no equipamento de destilação.

Materiais Necessários:

- Garrafas PET adaptadas para balão de aquecimento e recipiente de coleta.
- Lâmparina para servir como fonte de calor.
- Mangueira de soro para funcionar como condensador.
- Estrutura de suporte feita de madeira, pregos e arames.
- Amostra de água com impurezas dissolvidas (como a do rio).

Metodologia:

1. Construir a estrutura: Usar madeira e pregos para criar uma base sólida de suporte para o equipamento.
2. Preparar o recipiente de aquecimento: Adaptar uma garrafa PET para servir como o balão de aquecimento do sistema.
3. Montar o condensador: Posicionar a mangueira de soro para conectar o balão de aquecimento ao recipiente de coleta.
4. Fixar as peças: Usar arames para fixar o balão e a mangueira à estrutura de madeira, garantindo que as conexões sejam seguras.
5. Aquecer a amostra: Colocar a amostra de água do rio no recipiente de aquecimento e acender a lamparina.
6. Observar o processo: O vapor de água subirá, passará pelo condensador e voltará ao estado líquido, sendo coletado em um novo recipiente.

Possíveis Resultados e Discussões:

- Resultados: O resultado final é a obtenção de uma água incolor. Isso comprova visualmente a eficácia da destilação em separar a água dos solutos não voláteis que causavam a coloração, contaminação e a turbidez.
- Discussão: Este experimento permite aprofundar os conceitos de ebulição, condensação e método de separação (purificação) das substâncias. É essencial reforçar que a destilação separa a água de impurezas dissolvidas, mas a água obtida não é necessariamente potável sem outras etapas de tratamento.



QUINTO ENCONTRO

COLETA SELETIVA DOS RESÍDUOS PANFLETO EDUCATIVO

Para encerrar as atividades experimentais, a ação de coleta seletiva de resíduos nas margens do rio, nas proximidades da escola e das residências dos alunos tem o objetivo de demonstrar, de forma prática, como os conhecimentos científicos podem ser aplicados para resolver problemas reais da comunidade.

Ações para a culminância sugeridas:

- Realizar uma coleta seletiva de resíduos: Organizar os alunos para coletar resíduos nas imediações da escola e de suas residências.
- Analisar a coleta: Observar e discutir a alarmante quantidade de resíduos gerados diariamente, a falta de infraestrutura para o descarte adequado

O engajamento dos estudantes em todo o processo de aprendizagem pela experimentação sobre a poluição do rio pode ser materializado com a implementação de coletores de recicláveis no ambiente escolar. A doação de cestos específicos para a coleta reforça o compromisso com a continuidade dessa prática vital.

Na etapa de Coleta Seletiva, a discussão científica deve focar na natureza da matéria, nos tipos de materiais químicos presentes no lixo coletado e no tempo estimado de decomposição desses materiais na natureza. É fundamental ressaltar que esses valores podem variar significativamente em função de fatores ambientais como umidade, temperatura e a presença de microrganismos, conforme apontam estudos na área de gestão de resíduos sólidos (Freitas; Oliveira, 2023).

Com estes coletores, conforme a figura 5, a escola se transforma em um "laboratório vivo", onde a teoria sobre a gestão de resíduos encontra a prática diária. Essa estrutura dá aos alunos um papel ativo na redução do impacto ambiental, tornando-os multiplicadores de boas práticas e contribuindo para a construção de uma comunidade mais consciente e sustentável.

Figura 5 – Coletores para Coleta Seletiva de Resíduos



Fonte: O autor

Outras Temas Relevantes que podem ser discutidos com os estudantes são: Impactos da contaminação da água na saúde da população, poluição hídrica e medidas para diminuição da poluição hídrica nas cidades

- Demonstrar a aplicação do conhecimento: mostrar como a conscientização e a ação cidadã, baseadas no conhecimento adquirido, podem impactar positivamente a partir da produção de um panfleto educativo que é a etapa de divulgação e compartilhamento do conhecimento adquirido, ampliando o impacto do trabalho deles para além da sala de aula- na comunidade local, por exemplo, figura 6.

Figura 6. Panfleto Educativo



Fonte: O autor



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a aplicação dessa proposta espera-se atingir:

1. Impacto no Processo de Ensino-Aprendizagem utilizando a Experimentação: a metodologia visa aprimorar a forma como o conteúdo é transmitido e absorvido.
2. Aprendizagem Ativa e Conexão entre Teoria e Prática: A experimentação permite que os alunos deixem de ser passivos e se tornem protagonistas, aplicando conceitos abstratos em situações reais.
3. Engajamento através de Tema Relevante: A escolha de um assunto local e pertinente, como a poluição do rio, é o que impulsiona a curiosidade e o envolvimento dos estudantes.
4. Pensamento Crítico: Ao investigar e discutir o tema, os estudantes desenvolvem a capacidade de analisar, questionar e propor soluções, indo além da simples memorização.
5. Interdisciplinaridade: O projeto naturalmente integra a Química com a Biologia e as questões ambientais mostrando que o conhecimento não é fragmentado.
6. Educação Ambiental: O resultado do processo é a conscientização e a formação de cidadãos mais responsáveis e engajados com o meio ambiente.
7. Divulgação Científica: A culminância do projeto, com a produção de um panfleto, é a etapa final de compartilhamento do conhecimento adquirido, ampliando o impacto para além da sala de aula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DA SILVA, Daniela Moreira; SOUZA, Edna Duarte. **A importância da transdisciplinaridade na formação de professores de química licenciatura**. In: Anais do Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG (CEPE)(ISSN 2447-8687). 2018.

DA SILVA FRAZÃO, Lucenir; DOS SANTOS GUSMÃO, Marta Silva; ANTUNES, Ettore Paredes. **Atividades experimentais investigativas e a habilidade de elaborar hipóteses na formação inicial de professores**. Research, Society and Development, v. 10, n. 4, p. e54210414285-e54210414285, 2021.

DE MORAIS SILVA, Eliana Aparecida; LEÃO, Marcelo Franco. **Desafios e contribuições da experimentação na formação inicial de professores de química**. Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências, v. 11, n. 24, p. 153-159, 2018.

DOS SANTOS, Lucelia Rodrigues; DE MENEZES, Jorge Almeida. **A experimentação no ensino de Química**: principais abordagens, problemas e desafios. Revista Eletrônica Pesquiseduca, v. 12, n. 26, p. 180-207, 2020.

NASCIMENTO, Fellipe Albano Melo do. **Atividades práticas experimentais e a motivação em aprender**: implicações para o ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. 2023.