



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA
PARAÍBA CAMPUS - SOUSA
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO DE ENSINO DEPARTAMENTO DE
EDUCAÇÃO SUPERIOR COORDENAÇÃO DO CURSO DE
LICENCIATURA EM QUÍMICA

ERIVALDO SILVA DE OLIVEIRA

ANÁLISE FÍSICO – QUÍMICA DO LEITE: UMA PROPOSTA DE EXPERIMENTO
PEDAGÓGICO NO ENSINO MÉDIO

SOUSA – PB

2025

ERIVALDO SILVA DE OLIVEIRA

ANALISE FÍSICO – QUÍMICA DO LEITE: UMA PROPOSTA DE EXPERIMENTO
PEDAGÓGICO NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de conclusão de Curso apresentado
ao Curso de licenciatura em Química, do
Instituto Federal da Paraíba (IFPB), Campus
Sousa, em cumprimento às exigências parcial
para a obtenção do título de licenciado em
Química.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Gonçalves das Neves

SOUSA – PB

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Milena Beatriz Lira Dias da Silva – Bibliotecária CRB 15/964

Oliveira, Erivaldo Silva de.

O48a Análise físico-química do leite: uma proposta de
experimento pedagógico no Ensino Médio / Erivaldo Silva de
Oliveira, 2025.

63 p.: il.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Gonçalves das Neves.
TCC (Licenciatura em Química) - IFPB, 2025.

1. Experimentação. 2. Ensino de química. 3. Aprendizagem
significativa. 4. Atividade prática. I. Neves, Thiago Gonçalves
das. II. Título.

IFPB Sousa / BC CDU 54



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS SOUSA

ATA 41/2025 - CCSLQ/DES/DDE/DG/SS/REITORIA/IFPB

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: Análise físico - química do leite: uma proposta de experimento pedagógico no ensino médio.

Autor(a): Erivaldo Silva de Oliveira.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa, como parte das exigências para a obtenção do título de Licenciado(a) em Química.

Aprovado pela Comissão Examinadora em: 15/08/2025.

Dr. Thiago Gonçalves das Neves

IFPB – Campus Sousa / Professor(a) Orientador(a)

Me. Jhudson Guilherme Leandro de Araujo

IFPB – Campus Sousa / Examinador(a) 1

Me. Samuel Guedes Bitu

IFPB – Campus Sousa / Examinador(a) 2

Documento assinado eletronicamente por:

- Thiago Gonçalves das Neves, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 19/08/2025 15:34:48.
- Jhudson Guilherme Leandro de Araujo, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 20/08/2025 09:56:08.
- Samuel Guedes Bitu, TECNICO DE LABORATORIO AREA, em 27/08/2025 09:29:18.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 19/08/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código: 751733
Verificador: 4f0d438733
Código de Autenticação:



Dedico este trabalho à minha esposa, pelo amor, compreensão e apoio incondicional em todos os momentos desta caminhada. Ao meu filho, fonte de inspiração e motivo diário para ser uma pessoa e um profissional melhor. Aos meus pais, por todo o esforço, ensinamentos e valores que sempre me guiaram. E a todos que, de alguma forma, contribuíram para que este sonho se tornasse realidade.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte de sabedoria, força e inspiração, por me conceder saúde, perseverança e coragem para seguir firme em mais essa etapa da minha vida acadêmica.

Agradeço profundamente à minha esposa, companheira incansável, por todo amor, compreensão e apoio em cada momento dessa jornada. Sua presença foi essencial nos dias difíceis, e seu incentivo constante me deu forças para não desistir. Ao meu filho, razão da minha maior motivação, dedico também este trabalho. Que ele saiba que cada conquista minha carrega um pouco dele, e que o esforço e a educação são os caminhos mais seguros para os nossos sonhos.

Sou grato à minha família, que sempre acreditou em mim e ofereceu palavras de incentivo, mesmo quando a distância ou o cansaço pareciam obstáculos.

Aos meus professores e orientadores, expresso minha sincera gratidão pelo compromisso, paciência e partilha de conhecimento. Cada ensinamento foi essencial para minha formação profissional e pessoal.

Aos colegas e amigos que estiveram ao meu lado durante o curso, agradeço pelas conversas, trocas de ideias, risadas e pela parceria nos momentos de estudo. A jornada foi mais leve e significativa com a presença de vocês.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho e para a concretização deste sonho. A cada um, o meu mais sincero muito obrigado.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Medição do pH do leite utilizando pHmetro digital.	45
Figura 2 - Realização da titulação da amostra de leite com solução de NaOH padronizada ...	46
Figura 3 - Picnômetro sendo pesado em balança analítica.....	49
Figura 4- Análise da estabilidade térmica do leite	50
Figura 5 - Realização do teste de adulteração com água sanitária (hipoclorito)	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Análise físico-química do leite cru.....	42
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
°C	Grau Celsius
CO ₂	Dióxido de Carbono
g	Gramma
H ₂ O	Água
IN	Instrução Normativa
KHC ₈ H ₄ O ₄	Biftalato de Potássio
L	Litro
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
mL	Mililitro
NaOH	Hidróxido de Sódio
pH	Potencial Hidrogeniônico
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
UHT	Ultra High Temperature (Leite de Alta Temperatura)
Na ₂ CO ₃	Carbonato de sódio
°D	Graus Dornic
GL	Indica o teor alcoólico do produto em relação a sua concentração
KI	Iodeto de potássio
°C	Graus Celsius
Na ₂ CO ₃	Carbonato de Sódio
C ₃ H ₆ O ₃	Ácido láctico
C ₃ H ₅ O ₃ Na	Lactato de Sódio
d	Densidade
m	Massa
v	Volume
EM13CNT301	Habilidade da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio
A	Acidez em gramas de ácido láctico/100ml de amostra
Fc	Fator de correção
I ₂	Iodo
I ⁻	Iodeto
CIO ⁻	Iodeto – hipoclorito
H ⁺	Ion hidrogênio

“A persistência é o caminho do êxito”.

Charles Chaplin

RESUMO

Esta pesquisa propõe uma atividade experimental para o ensino médio baseada na análise físico-química do leite, visando integrar teoria e prática na aprendizagem de conceitos de Química. O objetivo é demonstrar como a experimentação pode favorecer a compreensão significativa de conteúdos como pH, acidez, densidade e presença de conservantes. Para isso, realizou-se uma pesquisa bibliográfica de abordagem qualitativa, fundamentada em autores que discutem o ensino de Química por meio da experimentação investigativa. Foram analisadas três amostras: leite normal, leite diluído e leite com adição de hipoclorito. A proposta inclui a realização de testes laboratoriais acessíveis, como determinação do pH, Alizarol e da densidade, além da identificação de adulterações no leite, possibilitando ao aluno relacionar os conceitos químicos a situações reais do cotidiano. A atividade visa, ainda, estimular habilidades investigativas e promover maior engajamento dos estudantes com a disciplina. Os resultados evidenciaram diferenças claras entre as amostras, permitindo identificar adulterações, possibilitando que este estudo contribua para o aprimoramento das práticas pedagógicas no ensino de Química, oferecendo contribuições a professores que enfrentam desafios estruturais e metodológicos em contextos escolares.

Palavras-chave: Experimentação, Ensino de Química, Aprendizagem Significativa, Atividade Prática.

ABSTRACT

This research proposes an experimental activity for high school students based on the physical-chemical analysis of milk, aiming to integrate theory and practice in the learning of chemistry concepts. The objective is to demonstrate how experimentation can promote a meaningful understanding of topics such as pH, acidity, density, and the presence of preservatives. To this end, a qualitative literature review was conducted, based on authors who discuss teaching chemistry through investigative experimentation. Three samples were analyzed: regular milk, diluted milk, and milk with added hypochlorite. The proposal includes conducting accessible laboratory tests, such as determining pH, Alizarol, and density, as well as identifying adulterations in milk, enabling students to relate chemical concepts to real-life situations. The activity also aims to foster investigative skills and promote greater student engagement with the subject. The results showed clear differences between the samples, allowing the identification of adulterations, enabling this study to contribute to the improvement of pedagogical practices in Chemistry teaching, offering contributions to teachers who face structural and methodological challenges in school contexts.

Keywords: Experimentation, Chemistry Teaching, Meaningful Learning, Practical Activity

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS	17
2.1. GERAL.....	17
2.2. ESPECÍFICOS	17
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3.1. DIDÁTICA E METODOLOGIA NO ENSINO DE QUÍMICA.....	18
3.2. EXPERIMENTAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO	26
3.3. A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: ABORDAGENS, PROBLEMAS E DESAFIOS.....	29
3.4 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO LEITE.....	33
4. METODOLOGIA.....	35
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	35
4.2 PROPOSTA DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA	36
4.2.1 DETERMINAÇÃO DO PH	36
4.2.2 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ACIDEZ.....	37
4.2.3 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE	38
4.2.4 TESTE DE ESTABILIDADE PROTEICA	40
4.2.5 DETERMINAÇÃO DE CONSERVANTES	41
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	42
5.1 DETERMINAÇÃO DO pH	43
5.2 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ACIDEZ.....	45
5.3 ANÁLISE DE DENSIDADE.....	47
5.4 TESTE DE ALIZAROL.....	49
5.5 ANÁLISE DE ADULTERAÇÃO POR HIPOCLORITO	51
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1. INTRODUÇÃO

A experimentação no ensino de Química tem sido objeto de estudo e debate em diferentes contextos educacionais. A importância das atividades experimentais no processo de ensino e aprendizagem, sobretudo na parte experimental envolvendo questões relacionadas com o cotidiano dos alunos, tem sido amplamente reconhecida como uma estratégia eficaz para promover uma compreensão mais profunda dos conceitos e fenômenos científicos. No entanto, apesar do reconhecimento de seu potencial, a efetivação da experimentação no contexto escolar apresenta desafios e questões a serem investigadas.

Diante desse contexto, surge a necessidade de explorar mais a fundo as abordagens, problemas e desafios relacionados à experimentação no ensino de Química. Este estudo tem como objetivo analisar criticamente as diferentes perspectivas e práticas adotadas no ensino de Química, com foco na experimentação de Análise Físico-Química do Leite, a fim de identificar as contribuições, limitações e possíveis caminhos para aprimorar essa modalidade de ensino.

Em relação ao desenvolvimento e à aprendizagem, Vygotsky (2001) afirma que uma está ligada à outra, sendo que a aprendizagem possibilita o despertar dos processos internos de desenvolvimento que ocorre devido o ambiente cultural. Para ele, o sujeito é interativo, pois adquire conhecimentos a partir de relações intra e interpessoais em trocas com o meio, a partir de um processo denominado mediação. Ao analisar criticamente as abordagens e desafios relacionados à experimentação no ensino de Química, este estudo busca oferecer orientações que possam auxiliar na prática docente e a formulação de políticas educacionais voltadas para o aprimoramento do ensino de Ciências.

Quanto à metodologia, este trabalho fundamenta-se em uma pesquisa bibliográfica e qualitativa. Por meio da análise crítica da literatura científica, busca-se identificar as principais abordagens, concepções e debates relacionados à experimentação no ensino de Química. Além disso, poderiam ser realizadas entrevistas e observações em contextos educacionais específicos, a fim de captar as percepções e experiências de professores e alunos em relação à experimentação no ensino de Química.

Além da análise crítica das abordagens, problemas e desafios relacionados à experimentação no ensino de Química, este estudo apresenta o desenho de uma atividade prática, que será desenvolvida com o intuito de exemplificar uma abordagem eficaz e inovadora para promover a aprendizagem significativa dos conceitos químicos. A atividade proposta será pautada na metodologia da experimentação investigativa, incentivando os

alunos a desenvolverem hipóteses, planejarem e realizarem experimentos, analisarem resultados e formularem conclusões. Espera-se que essa atividade prática sirva como um exemplo concreto de como a experimentação pode ser explorado de forma a potencializar o processo de ensino e aprendizagem da Química.

Busca-se que este estudo possa contribuir para a reflexão e o aprimoramento das práticas de ensino de Química, fornecendo elementos teóricos e empíricos para o desenvolvimento de estratégias pedagógicas mais eficazes e contextualizadas. Ao investigar as abordagens, problemas e desafios relacionados à experimentação no ensino de Química, este estudo visa promover uma educação científica mais dinâmica, participativa e significativa, capaz de preparar os alunos para os desafios do século XXI.

A análise físico-química do leite apresenta-se como um tema relevante e oportuno para o ensino de Química, especialmente no contexto do ensino médio. Diante dessa premissa, surge a questão problemática: Quais são os benefícios que podem ser obtidos por meio da análise físico-química do leite como proposta de ensino? Esta indagação suscita reflexões acerca das potencialidades dessa abordagem pedagógica no contexto educacional, levando em consideração tanto os aspectos teóricos quanto práticos envolvidos.

Uma hipótese fundamentada para responder a essa questão sugere que a realização de experimentos de análise físico-química do leite no ambiente escolar pode promover uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos químicos pelos alunos. Ao explorar as propriedades físicas e químicas do leite, os estudantes têm a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos em sala de aula em uma situação concreta e contextualizados, tornando o aprendizado mais tangível e envolvente.

Além disso, a hipótese levanta a possibilidade de que o experimento proposto não apenas desperte o interesse dos alunos pela disciplina de Química, mas também estimule o desenvolvimento de habilidades práticas e investigativas. Ao realizar as análises físico-químicas do leite, os estudantes podem desenvolver competências como observação, registro de dados, interpretação de resultados e elaboração de conclusões, essenciais para a formação científica e cidadã.

Outro ponto relevante a ser considerado é a potencialidade do experimento em abordar questões sociais e de saúde pública relacionada à qualidade do leite. Ao discutir a importância da análise físico-química na identificação de possíveis adulterações e na garantia da segurança alimentar, os alunos são incentivados a refletir criticamente sobre temas relevantes para a sociedade contemporânea, ampliando sua visão sobre a Química na promoção do bem-estar coletivo.

Portanto, a articulação entre a questão problema e as hipóteses apresentadas sugere que a análise físico-química do leite pode ser uma ferramenta poderosa no ensino de Química, proporcionando não apenas uma compreensão mais profunda dos conceitos, mas também estimulando o pensamento crítico, a curiosidade científica e a consciência social dos estudantes.

A proposta de experimento pedagógico para análise físico-química do leite emerge como uma iniciativa relevante e oportuna no contexto educacional atual, abrangendo aspectos sociais, educacionais, profissionais e acadêmicos. A compreensão dos componentes essenciais que compõem o leite não apenas enriquece o conhecimento dos alunos sobre alimentos e nutrição, mas também proporciona uma experiência prática e enriquecedora no ambiente de aprendizagem do ensino médio.

Ao integrar essa atividade experimental ao currículo escolar, os estudantes têm a oportunidade de explorar conceitos fundamentais de química, compreender as propriedades dos elementos presentes no leite e analisar as reações químicas envolvidas. Essa abordagem não só promove a aprendizagem significativa dos conceitos científicos, mas também estimula o desenvolvimento de habilidades de pesquisa, experimentação e análise crítica.

Além disso, a inclusão da análise físico-química do leite como recurso didático no ensino médio contribui para a formação técnica e profissional dos alunos, preparando-os para desafios futuros tanto no ambiente acadêmico quanto no mercado de trabalho. O desenvolvimento de competências técnicas e científicas por meio dessa prática educacional fortalece a base de conhecimento dos estudantes e os capacita para enfrentar questões complexas relacionadas à ciência e tecnologia.

A valorização do uso de experimentos como ferramenta de aprendizado reflete uma tendência crescente no ensino médio, corroborando a importância de abordagens práticas e contextualizadas para o ensino de ciências. Nesse sentido, a análise físico-química se destaca como um tema relevante e acessível, capaz de promover a conexão entre os conceitos teóricos e a realidade do cotidiano dos alunos. Essa integração entre os objetivos gerais do ensino de química e as aplicações práticas no dia a dia dos estudantes busca fortalecer o engajamento, a curiosidade científica e a preparação para os desafios futuros, consolidando-se como uma ferramenta educacional.

Assim, esta pesquisa está organizada em seis capítulos. O segundo capítulo apresenta os objetivos da investigação, tanto gerais quanto específicos. No terceiro capítulo, desenvolve-se a fundamentação teórica, abordando aspectos relacionados à didática e à metodologia no ensino de Química, com ênfase na importância da experimentação como

estratégia de ensino e na contextualização do conteúdo por meio da análise físico-química do leite. O quarto capítulo descreve a metodologia adotada, incluindo a abordagem qualitativa e a proposta experimental aplicada, detalhando os procedimentos laboratoriais e as análises realizadas com amostras de leite. O quinto capítulo discute os resultados obtidos nas análises, propondo sugestões de atividades didáticas com base nos dados levantados. Por fim, são apresentadas as considerações finais, nas quais se destacam as contribuições do experimento pedagógico para a aprendizagem significativa dos conceitos químicos.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

Promover uma proposta de experimento pedagógico no ensino médio, por meio da realização de análises físico-químicas do leite, visando proporcionar uma compreensão aprofundada dos conceitos químicos relacionados à sua composição e qualidade, além de incentivar o desenvolvimento de habilidades práticas e críticas dos alunos.

2.2. ESPECÍFICOS

- Evidenciar a importância das atividades experimentais no ensino de Química, a partir da análise físico-química do leite.
- Propor experimentos investigativos com o leite que estimulem o desenvolvimento de habilidades práticas e científicas nos alunos, articulando teoria e prática em contextos reais.
- Favorecer a compreensão de conceitos químicos por meio da realização de experimentos com o leite, promovendo uma aprendizagem significativa.
- Refletir sobre a relevância das análises físico-químicas do leite como instrumento de conscientização sobre questões de saúde pública e segurança alimentar.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. DIDÁTICA E METODOLOGIA NO ENSINO DE QUÍMICA

A disciplina de química, inserida no currículo escolar, é fundamental para a compreensão das transformações e reações que ocorrem com as substâncias presentes no universo. Seus princípios, leis e teorias são construídos a partir de observações e experimentações (Buonfiglio, 2011).

A Química é fundamental em nossa compreensão e interação com o mundo ao nosso redor. Como ciência essencial, ela investiga a natureza da matéria, sua estrutura, composição e as propriedades dos corpos, além de analisar as reações e transformações dos materiais, contribuindo assim para a compreensão dos fenômenos naturais (Buonfiglio, 2011).

Conforme estabelecido nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (Brasil, 2002), a Química pode ser vista como um instrumento para a formação integral do ser humano, promovendo a ampliação dos horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania. Para alcançar esse propósito, é necessário que o conhecimento químico seja apresentado como um meio para interpretar o mundo e intervir na realidade, sendo abordado como uma ciência com seus próprios conceitos, métodos e linguagem específica. Além disso, é importante destacar sua natureza como uma construção histórica, estreitamente relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos diversos aspectos da vida em sociedade.

Como visto em Fialho (2024), compreender a Química como um instrumento essencial para interpretar e intervir na realidade contribui para a construção de uma educação mais relevante, que ultrapassa os limites do conteúdo teórico e promove a formação crítica dos estudantes. Ao relacionar os conhecimentos químicos com situações concretas do cotidiano, como a análise da qualidade do leite, cria-se um ambiente de aprendizagem mais dinâmico, no qual os alunos são incentivados a refletir sobre questões sociais, ambientais e de saúde pública.

Esse enfoque contextualizado favorece não apenas o desenvolvimento de habilidades cognitivas e práticas, mas também a capacidade de tomar decisões fundamentadas diante dos desafios do mundo atual. Assim, a inserção de atividades experimentais no ensino de Química, especialmente com temáticas próximas à realidade dos estudantes, possibilita uma formação mais ampla, que valoriza o pensamento científico como ferramenta para a cidadania e para a transformação social (Casela; Souza; Travain, 2023; Fialho, 2024).

É comum entre os adolescentes questionarem a origem e a relevância do estudo da Química, pois muitas vezes percebem essa disciplina como complexa e de difícil

compreensão. No entanto, é essencial desenvolver estratégias que possam facilitar o entendimento da Química como uma ciência central, que emerge da própria natureza e busca explicá-la (Wartha; Silva; Bejarano, 2013).

Ao compreender a Química como uma ferramenta fundamental para interpretar e transformar a realidade que nos cerca, os estudantes podem perceber sua importância na solução de diversos problemas contemporâneos (Casela; Souza; Travain, 2023). Por exemplo, o conhecimento químico é essencial para melhorar o tratamento da saúde, desenvolvendo medicamentos mais eficazes e seguros.

Além disso, a Química é essencial na preservação dos recursos naturais e do meio ambiente, auxiliando na busca por soluções sustentáveis para os desafios ambientais enfrentados. Portanto, ao promover uma compreensão mais ampla e contextualizada da Química, os educadores contribuem para a formação de cidadãos conscientes e capacitados a enfrentar os desafios do mundo contemporâneo, ajudando a prolongar vidas e a preservar o nosso planeta (Wartha; Silva; Bejarano, 2013).

Apesar dos esforços recentes para melhorar a qualidade do ensino de química na rede pública, muitos alunos ainda enfrentam dificuldades para assimilar os conteúdos apresentados pelos professores. A percepção geral dos estudantes sobre a química é de que se trata de uma disciplina abstrata e distante de seu cotidiano, o que contribui para a falta de interesse e motivação (Santos; Amaral, 2020).

Ainda, a “Química é caracterizada por ser uma ciência complexa e de difícil entendimento” (Oliveira; Barbosa, 2019, p.1). O desafio enfrentado pelos estudantes em compreender a Química reside no fato de que ela faz uso de fórmulas, reações, equações, substâncias e conceitos que envolvem tanto aspectos quantitativos quanto qualitativos, além de uma linguagem específica. Essa complexidade muitas vezes dificulta a associação do conteúdo estudado com situações do cotidiano, o que pode levar os alunos a se tornarem desinteressados pelos temas abordados (Lima; Leite, 2015).

A falta de conexão entre os conceitos químicos e suas aplicações práticas no dia a dia dos estudantes pode resultar em uma percepção de que o conhecimento químico é abstrato e distante da realidade, o que diminui o engajamento e o interesse pela disciplina (Casela; Souza; Travain, 2023). Portanto, é essencial que os professores busquem estratégias pedagógicas que promovam a contextualização dos conteúdos, mostrando aos alunos como os princípios químicos estão presentes em suas vidas e em diferentes aspectos do mundo ao seu redor (Casela; Souza; Travain, 2023).

Essa abordagem pode contribuir significativamente para tornar o ensino da Química mais relevante e atrativo, incentivando os estudantes a se envolverem de forma mais ativa e motivada com a aprendizagem (Oliveira; Barbosa, 2019). A didática do ensino de química demanda o emprego de ferramentas adicionais para contextualizar os conteúdos abordados no ensino médio. O laboratório didático de Química configura-se como um espaço privilegiado para a concretização dos conteúdos abordados em sala de aula, permitindo que os estudantes observem e manipulem fenômenos que, muitas vezes, são compreendidos apenas de forma abstrata. A experimentação contribui para tornar o aprendizado mais dinâmico e atrativo, despertando o interesse dos alunos e facilitando a assimilação de conceitos complexos por meio da vivência prática (Passos; Vasconcelos, 2022).

Além disso, o uso do laboratório como recurso pedagógico favorece a contextualização do ensino, aproximando os conteúdos científicos da realidade dos estudantes. Ao perceberem a aplicabilidade da Química em situações do cotidiano, como na análise da qualidade de alimentos, os alunos passam a reconhecer a disciplina como um saber útil e necessário, o que fortalece sua motivação e engajamento no processo de aprendizagem (Passos; Vasconcelos, 2022).

No ensino de química, é essencial estabelecer uma base complementar por meio de projetos implementados na escola, visando aprimorar o processo de ensino-aprendizagem. Essas iniciativas não apenas enriquecem a compreensão dos alunos sobre os princípios químicos, mas também promovem a conexão entre a teoria e a prática, incentivando o engajamento e a participação ativa dos estudantes no processo educacional (Dapieve; Rodrigues, 2020).

A didática de ensino é uma área fundamental da pedagogia que se dedica ao estudo dos métodos, técnicas e práticas utilizadas pelos professores no processo de ensino e aprendizagem. Trata-se de uma disciplina que busca compreender como os conteúdos são transmitidos e assimilados pelos alunos, visando aprimorar constantemente a qualidade do ensino (Miranda, 2020).

No âmbito da didática, são explorados diversos aspectos relacionados ao processo educacional, como a elaboração de planos de aula, a seleção de recursos didáticos adequados, a aplicação de estratégias de ensino, a avaliação do aprendizado e a gestão da sala de aula. O objetivo principal é garantir que os alunos alcancem os objetivos educacionais estabelecidos, desenvolvendo competências e habilidades necessárias para sua formação integral (Miranda, 2020).

Um dos princípios fundamentais da didática de ensino é a busca pela eficácia pedagógica, ou seja, a capacidade de promover aprendizagens significativas e duradouras nos alunos. Isso envolve a utilização de metodologias ativas que estimulem a participação ativa dos estudantes, o desenvolvimento do pensamento crítico e a construção do conhecimento de forma colaborativa (Dionízio; Paiva, 2021).

Além disso, a didática de ensino também se preocupa em promover um ambiente de aprendizagem inclusivo e acolhedor, que respeite a diversidade de experiências, culturas e formas de aprendizado dos alunos. Nesse sentido, o professor é fundamental como mediador do processo de ensino, adaptando suas práticas pedagógicas às necessidades individuais de cada estudante (Miranda, 2020).

A didática de ensino é parte da formação dos professores e na melhoria da qualidade da educação. Por meio de uma abordagem reflexiva e orientada para a prática, busca-se constantemente aprimorar as estratégias de ensino, visando proporcionar uma experiência educacional enriquecedora e transformadora para os alunos (Dionízio; Paiva, 2021).

Transmitir o conhecimento é uma tarefa essencial do trabalho docente e, embora nobre, frequentemente se apresenta como um desafio complexo, especialmente diante da diversidade de perfis dos estudantes e das constantes transformações sociais e tecnológicas. Diante disso, torna-se fundamental a adoção de estratégias pedagógicas que tornem o processo de ensino-aprendizagem mais eficaz (Imbernón, 2022). Como destaca Souza (2007), os recursos didáticos surgem como ferramentas indispensáveis nesse contexto, auxiliando o professor a mediar o conhecimento de forma mais acessível, significativa e próxima da realidade dos alunos.

No ambiente escolar, os recursos didáticos não apenas servem como suporte às explicações teóricas, mas também são importantes na motivação e no envolvimento dos estudantes. Seu uso adequado pode despertar o interesse pela disciplina, especialmente em áreas que, por vezes, são vistas como complexas ou distantes do cotidiano, como é o caso da Química. Ao facilitar a compreensão dos conteúdos por meio de representações visuais, experimentações ou atividades interativas, esses recursos contribuem para um processo educativo mais envolvente (Gama; Alves, 2022).

Além disso, a utilização de recursos didáticos está diretamente relacionada ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes, como afirmam Costoldi e Polinarski (2009). Ao permitir que os alunos estabeleçam conexões entre teoria e prática, esses instrumentos tornam a aprendizagem mais concreta, favorecendo a fixação do conhecimento e estimulando a autonomia intelectual. Isso é particularmente relevante quando se trabalha com atividades

experimentais, nas quais os estudantes são desafiados a observar, interpretar e tirar conclusões a partir de dados reais.

Portanto, investir na seleção e aplicação de recursos didáticos adequados ao conteúdo e ao perfil da turma é uma estratégia pedagógica que qualifica o ensino e amplia as possibilidades de aprendizagem. No ensino de Química, esses recursos podem transformar a aula em um espaço de investigação e descoberta, contribuindo para uma formação mais crítica e consciente, alinhada às demandas da sociedade contemporânea (Almeida et al., 2024).

No cotidiano da sala de aula, uma variedade de recursos didáticos pode ser empregada. Contudo, a escolha de qual utilizar depende de diversos fatores, como a perspectiva do educador sobre o recurso, sua finalidade, viabilidade financeira e, principalmente, a receptividade dos alunos (Costoldi; Polinarski, 2009). É essencial que esses recursos preencham lacunas deixadas pelo método de ensino tradicional, ampliando a compreensão do aluno e sua capacidade de retenção de conhecimento, além de servir como um estímulo ao processo de ensino (Trivelato; Oliveira, 2006).

Conforme Santos (2017) destaca, o surgimento das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) desafiou os paradigmas tradicionais ao introduzir novas dinâmicas de aprendizagem, nas quais a informação não é simplesmente transmitida, mas coconstruída em ambientes colaborativos e interativos. De acordo com Kubota (2024), as tecnologias da informação e comunicação (TICs) integram-se de maneira ampla às experiências cotidianas dos indivíduos, sendo utilizadas em múltiplos setores, como o trabalho, a saúde, o comércio, a economia e o campo educacional.

No contexto do ensino, sua aplicação ocorre por meio de recursos digitais acessíveis aos usuários, os quais contribuem para a organização do conhecimento, a sistematização de dados e a realização de buscas por periódicos voltados à pesquisa acadêmica ou científica. Tais tecnologias também possibilitam um monitoramento mais criterioso da confiabilidade das informações acessadas, além de proporcionarem um ambiente digital com maior segurança (Nascimento; Costa Cardoso, 2024).

O uso de métodos ativos na educação, como ressaltado por Marin et al. (2010), representa uma mudança significativa no para o estudante, que assume a responsabilidade por sua própria aprendizagem. Isso implica na habilidade do aluno de formular perguntas pertinentes ao contexto e buscar soluções de maneiras diversas. Nessa abordagem, o professor deixa de ser percebido como mero transmissor de conhecimento e passa a atuar como facilitador da aprendizagem, colaborando com os alunos para que compreendam os conceitos ao invés de impor seu ponto de vista. Tal abordagem resulta em estudantes que se tornam

exploradores autônomos, desenvolvendo suas próprias opiniões e pensamentos, ao invés de simplesmente reproduzirem ideias preestabelecidas. Isso promove a autonomia intelectual e a capacidade de pensamento crítico (Santos, 2019).

Os alunos não procuram apenas respostas prontas do professor, mas sim orientação e direcionamento para buscar e construir seu próprio conhecimento, o que confere a esse conhecimento solidez e durabilidade. Para promover uma aprendizagem mais profunda e eficaz, é essencial adotar uma metodologia que permita que o aluno assuma seu próprio processo de aprendizado. Isso implica em abandonar a postura passiva de mero espectador e desenvolver habilidades críticas, assim como a capacidade de relacionar o conteúdo com a realidade, resultando em uma produção de conhecimento autêntica (Santos, 2019).

Segundo Santos (2019), os jovens de hoje em dia dedicam uma parte significativa de seu tempo conectado, enviando mensagens, trocando informações, assistindo vídeos e ouvindo música. Eles muitas vezes criticam a escola por não conseguirem encontrar uma conexão clara entre o que aprendem e suas experiências fora dela. Essa falta de conexão pode levar alguns alunos a desistirem e abandonarem os estudos.

O surgimento das novas tecnologias da informação e comunicação (TICs) apresenta desafios significativos para os educadores. Com a introdução de novas ferramentas de comunicação e interação, é necessário desenvolver estratégias pedagógicas que promovam a aprendizagem colaborativa entre os alunos. (Isso implica em repensar os métodos tradicionais de ensino e encontrar maneiras inovadoras de aproveitar o potencial das TICs para enriquecer o processo de aprendizagem, tornando-o mais dinâmico, participativo e relevante para os estudantes Santos, 2019).

A falta de interesse de muitos alunos pode ser atribuída à escassez de atividades experimentais que relacionem a teoria apresentada nos livros didáticos com a prática, bem como à ausência de abordagens lúdicas que facilitem a compreensão dos conceitos químicos (Vasconcelos et al., 2012; Almeida; Santos, 2020).

Além disso, muitos professores apontam a falta de laboratórios e equipamentos adequados como uma das principais dificuldades para a realização de aulas práticas (Almeida; Santos, 2020; Santos; Amaral, 2020). Para superar essa lacuna entre teoria e prática, é essencial que tanto os professores quanto os alunos adotem uma abordagem experimental em sala de aula, permitindo a discussão e a aplicação dos conteúdos de química (Lima e Ciasca, 2020).

No contexto da formação em licenciatura, a integração entre teoria e prática representa um desafio significativo, que deve ser enfrentado e minimizado ao longo da vida acadêmica e

profissional dos futuros professores. Essa dificuldade não pode ser superada apenas por meio da frequência ao ensino superior. Os alunos devem se envolver ativamente na construção de uma práxis que os prepare para atuar como profissionais qualificados no ensino de química (Pereira; Cardoso, 2020).

Uma estratégia diante desse cenário é a utilização de metodologias diversificadas, incluindo aulas práticas cuidadosamente planejadas, a fim de facilitar a compreensão do conhecimento em química. Isso pode envolver a realização de demonstrações pelo professor e a execução de experimentos pelos próprios alunos durante as aulas práticas, proporcionando assim a confirmação das informações previamente adquiridas nas aulas teóricas e eliminando a percepção abstrata da ciência (Cardoso et al., 2019). Essa abordagem permite que o professor incorpore metodologias ativas à sala de aula, nas quais os alunos participam ativamente dos processos de aprendizagem, sendo estimulados à criatividade, ao pensamento crítico e reflexivo, e, conseqüentemente, à construção do conhecimento.

Ausubel destacou que o conhecimento prévio do aluno é o fator mais importante que influencia a aprendizagem, ressaltando que, apesar de sua importância, o conhecimento prévio é uma condição necessária, porém não suficiente, para que a aprendizagem seja significativa. Por fim, é apontado que para que o aluno aprenda de forma significativa, é necessário considerar três exigências fundamentais propostas pela Teoria da Aprendizagem Significativa: os conhecimentos prévios do aluno, o material potencialmente significativo e a predisposição do aluno para aprender o conteúdo escolar (Júnior et al., 2023).

Conforme Santos (2019) enfatiza, é essencial esclarecer um conceito fundamental, que é a construção do conhecimento. O conhecimento pode ser definido como o conjunto de informações adquiridas por meio da experiência e subsequente aprendizado. Ele representa a reunião de diversos dados interrelacionados, os quais, quando considerados isoladamente, possuem um valor interpretativo menor. No âmbito científico, a obtenção do conhecimento requer a adoção de um método válido e consistente. Esse conhecimento surge da interação entre o sujeito e o objeto, sendo influenciado pelas percepções humanas: tato, visão, audição, olfato e paladar. Essas percepções contribuem para a compreensão das realidades e, por conseguinte, para o desenvolvimento da razão e da lógica no processo cognitivo, permitindo assim a habilidade de conhecer e descobrir.

Silva (2020) investigou a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel e concluiu que aprender de forma significativa envolve estabelecer uma conexão relevante entre os símbolos já adquiridos ou consolidados pelo aluno, ou seja, seus conhecimentos prévios pertinentes, e os novos símbolos apresentados no conteúdo a ser aprendido. Esse processo

deve ser conduzido de maneira a despertar a atenção do aluno para a aprendizagem e para a ciência.

Toda ciência busca responder e interpretar o que ocorre na natureza, ou seja, os fatos. A palavra ciência provém do latim e significa conhecimento, saber. Cientistas se formam na capacidade de observação e desenvolvem o desejo de saber e entender fatos e coisas. Observar é fundamental para se fazer ciência, logo, gerar conhecimento. Observam-se analiticamente os fatos, gerando perguntas sobre estes, com o objetivo de entendê-los. Gerada a pergunta, buscam-se as possíveis respostas, ou hipóteses. Ao formular uma hipótese, empreende-se a reunião dos vários dados já disponíveis sobre tal assunto, formulados a partir de hipóteses anteriores. Pode-se notar que temos aqui um ciclo. Formulada a hipótese, caminha-se para a dedução, ou seja, compreender as implicações do fato, se a hipótese for verdadeira. A dedução é testada via novas observações ou experimentações, seguindo o método e o rigor experimental científico. Esse procedimento acarretará na obtenção de conclusões a respeito do que foi anteriormente deduzido. Uma vez confirmadas, são aceitas. Caso contrário, são rejeitadas e novas hipóteses são formuladas para serem testadas, adentrando-se a um novo ciclo (Santos, 2019, p. 248).

Assim, após uma análise detalhada sobre a didática e metodologia no ensino de Química, é possível observar que a compreensão e o interesse dos alunos por esta disciplina podem ser influenciados por diversos fatores. Foi discutido como a complexidade dos conceitos químicos, aliada à falta de contextualização dos conteúdos com o cotidiano dos estudantes, pode gerar desinteresse e dificuldades de aprendizagem. Estratégias pedagógicas que promovem a contextualização dos conteúdos e a utilização de recursos didáticos diversificados foram apresentadas como possíveis ferramentas para superar esses desafios.

Foi ressaltada a importância de estabelecer uma conexão entre a teoria e a prática, proporcionando aos alunos a oportunidade de vivenciarem experiências concretas que os aproximem dos conceitos abstratos da Química. A realização de experimentos práticos em laboratório, por exemplo, foi apontada como uma maneira eficaz de promover a compreensão dos fenômenos químicos e despertar o interesse dos estudantes.

Além disso, discutiu-se a relevância de uma abordagem que leve em consideração os conhecimentos prévios dos alunos, buscando estabelecer uma aprendizagem significativa e contextualizada. A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel foi mencionada como uma base teórica importante para orientar essa prática, destacando a importância de relacionar os novos conhecimentos aos conhecimentos prévios dos estudantes.

No contexto do objetivo do estudo, que é fundamentar uma proposta de experimento pedagógico no ensino médio sobre análise físico-química do leite, as considerações feitas

sobre didática e metodologia no ensino de Química são essenciais. Através de uma abordagem que integre teoria e prática, contextualizando os conceitos químicos com situações do cotidiano dos alunos, é possível proporcionar uma aprendizagem mais significativa e estimulante.

A inserção dos estudantes no tema abordado, neste caso a análise físico-química do leite, será potencializada, promovendo uma compreensão mais profunda dos processos envolvidos e incentivando o interesse pela disciplina. Assim, a proposição de um experimento pedagógico contextualizado se desponta como uma estratégia promissora para alcançar os objetivos de ensino-aprendizagem propostos.

3.2. EXPERIMENTAÇÕES PARA A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO

A experimentação tem sido debatida com uma perspectiva pedagógica em várias abordagens. No contexto do ensino de Ciências, Guimarães (2009) destaca que a experimentação pode ser uma ferramenta eficaz para criar situações-problema reais que permitem a contextualização e o estímulo à investigação por parte dos alunos. Nessa visão, o conteúdo a ser abordado é moldado como resposta às perguntas feitas pelos estudantes durante sua interação com o contexto experimental criado.

Deve-se entender a experimentação como um recurso pedagógico para o ensino, pois pode influenciar significativamente a forma como os alunos aprendem, especialmente quando conduzidas de maneira a permitir discussões e problematizações dos resultados e observações obtidos (Franco; Poletto; Guimarães, 2024). Conforme Zanon e Freitas (2007) enfatizam, a atividade experimental deve ser orientada pelo professor a partir de questões investigativas que se relacionem com a vida dos alunos, apresentando-se como desafios reais e estimulantes para sua resolução.

Além disso, empregar a experimentação como metodologia para o ensino está alinhado com as recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), os quais destacam a observação e a experimentação como estratégias para buscar informações em um contexto de problematizações (Brasil, 2000).

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica vão além ao determinar que as práticas pedagógicas devem ocorrer de modo a não fragmentar o aluno em suas possibilidades de vivenciar experiências, compreender o mundo por meio da totalidade de seus sentidos e construir conhecimento a partir da relação intrínseca entre razão e emoção, expressão corporal e verbal, experimentação prática e elaboração conceitual (Brasil, 2013).

Corroborando com o que preconizam as Diretrizes, diversos autores defendem a experimentação como prática, alguns até mesmo a consideram o melhor caminho para que a aprendizagem ocorra. Prodanov e Freitas (2013) destacam que boa parte dos conhecimentos adquiridos nos últimos três séculos se deve ao método experimental, considerado por eles como o método por excelência das ciências naturais.

A experimentação no ensino de Química aproxima os conteúdos da realidade dos estudantes, favorecendo a compreensão dos fenômenos químicos e promovendo uma aprendizagem contextualizada e crítica (Reis, 2024).

Entretanto, a abordagem por meio da experimentação precisa ser capaz de motivar os alunos a reinterpretar seu conhecimento inicial, problematizá-lo e guiá-los na direção da construção de conhecimentos mais amplos e sólidos, por meio das mediações realizadas pelos professores, tornando a aprendizagem mais significativa. Nesse sentido, Guimarães (2009) destaca a importância de discutir os resultados obtidos durante a experimentação.

É fundamental que o experimento não seja conduzido com a expectativa de um resultado pré-determinado, pois sua falha pode alimentar o exercício de reflexão e busca por respostas, promovendo a prática educativa. Giordan (1999) ressalta que uma experiência imune a falhas tende a induzir o pensamento do aluno na direção de uma causa explicativa do fenômeno, em vez de promover uma reflexão racionalizada. O professor assume, então, a função de líder e organizador do coletivo, mediando os conflitos decorrentes da aproximação entre as problematizações socialmente relevantes e os conteúdos do currículo de Ciências.

Quanto à intencionalidade do professor ao escolher uma atividade prática, Gonçalves e Galiuzzi (2004) apontam que não há possibilidade de neutralidade nas observações, pois estas não são livres de pressupostos. Portanto, as atividades experimentais devem ser organizadas de modo a ensinar os alunos a observar de forma que essa observação possa refletir as teorias de quem a realiza.

Assim, a escolha da atividade experimental é um aspecto relevante no processo de ensino-aprendizagem. De acordo com Carrasco et al. (2006), o envolvimento dos alunos aumenta à medida que são planejados experimentos que relacionam as atividades com a motivação, o que resulta em um desenvolvimento na construção de conhecimento.

Além disso, Hofstein e Lunetta (1982) e Lazarowitz e Tamir (1994) já sugeriam que as atividades de laboratório têm o potencial de permitir relações sociais de colaboração, bem como atitudes positivas em relação à construção de conhecimento. Com essa perspectiva de construção de conhecimento, as atividades experimentais se diferenciam do propósito original quando foram introduzidas nas escolas brasileiras.

A contextualização no ensino favorece a construção de conceitos e metodologias, articulando os conteúdos escolares às experiências cotidianas. Essa prática possibilita um aprendizado significativo, integrando teoria e vivência em situações concretas que estimulam a reflexão crítica (Reis, 2024).

Inicialmente, a experimentação tinha como objetivo descobrir novos cientistas, enquanto a disciplina de Ciências foi incorporada às escolas para contribuir com o desenvolvimento da tecnologia. Ataíde e Silva (2011) destacam que, naquela época, tanto as empresas necessitavam de mão-de-obra especializada para ocupar seus campos de trabalho quanto o comércio precisava de uma clientela com conhecimento mínimo em ciências para compreender e adquirir os novos produtos disponíveis no mercado.

Assim, a experimentação no ensino é fundamental na construção do conhecimento dos alunos. Ao permitir que os estudantes realizem atividades práticas e experimentais, essa abordagem pedagógica possibilita uma compreensão mais profunda dos conceitos e fenômenos estudados. Através da experimentação, os alunos têm a oportunidade de vivenciar na prática os princípios teóricos aprendidos em sala de aula, o que contribui significativamente para a consolidação do aprendizado.

Até aqui foram discutidos diversos aspectos relacionados à importância da experimentação para a construção do conhecimento. Primeiramente, foi ressaltada a relevância de planejar experimentos que estejam alinhados com as motivações e interesses dos alunos, o que aumenta o engajamento e a participação dos estudantes nas atividades práticas. Além disso, foi destacado o potencial das atividades experimentais para promover relações sociais de colaboração e atitudes positivas em relação à construção de conhecimento.

A abordagem da experimentação no ensino também foi analisada em relação às diretrizes curriculares nacionais, que destacam a importância de práticas pedagógicas que não fragmentem a aprendizagem dos alunos e considerem a totalidade de seus sentidos na compreensão do mundo. Nesse sentido, a experimentação surge como uma estratégia eficaz para promover uma aprendizagem mais significativa e abrangente, que leve em conta não apenas os aspectos conceituais, mas também as dimensões emocionais e práticas do conhecimento.

Percebe-se, assim, a necessidade de que as atividades experimentais sejam organizadas de forma a promover a reflexão e a busca por respostas por parte dos alunos. É importante que os experimentos não sejam conduzidos com a expectativa de resultados pré-determinados, mas sim como oportunidades de aprendizagem que estimulem o pensamento crítico e a investigação científica.

Diante do exposto, fica claro que a experimentação é fundamental no processo de ensino-aprendizagem em ciências. Ao proporcionar aos alunos experiências práticas e contextualizadas, essa abordagem pedagógica contribui para uma aprendizagem mais significativa e para o desenvolvimento de habilidades e competências essenciais para a formação integral dos estudantes.

3.3. A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: ABORDAGENS, PROBLEMAS E DESAFIOS.

O uso de atividades experimentais no ensino de Química no Ensino Médio continua sendo objeto de debate na comunidade acadêmica. Este debate gira em torno da distinção entre atividades que simplesmente confirmam leis e teorias já estabelecidas, caracterizando o ensino tradicional (Goi; Santos, 2003).

A abordagem investigativa da experimentação é amplamente defendida por diversos autores, como Gil-Pérez e Valdez Castro (1996), Araújo e Abib (2003), Wilsek (2009), Oliveira e Soares (2010), Reis (2024) entre outros. Esses autores já argumentavam que essa prática permite aos alunos maior autonomia na condução das atividades, o que contribui para uma compreensão mais profunda dos conteúdos.

Nesse contexto, uma atividade investigativa pode partir de uma situação-problema que desperte o interesse dos alunos, levando-os a realizar pesquisas, propor hipóteses e desenvolver atividades experimentais para testar suas ideias. Durante o processo, os alunos mobilizam seus conhecimentos prévios, formulam hipóteses, realizam experimentos e discutem os resultados obtidos, chegando a conclusões sobre o problema em questão (Correia et al., 2023).

O professor, nesse contexto, é o mediador do processo de aprendizagem. Ele atua como facilitador, fornecendo orientações, estimulando questionamentos e desafiando os alunos a encontrar soluções para os problemas propostos (Santos, 2019). Além disso, o professor auxilia os alunos na elaboração e análise dos experimentos, incentivando a aplicação dos conhecimentos adquiridos em outras situações.

De acordo com Oliveira e Soares (2010), os professores investigados por estes autores enfatizaram a importância da prática de experimentos no ensino de Química, argumentando que ela é essencial para facilitar a compreensão dos conceitos abordados em sala de aula. No entanto, é importante destacar que as atividades experimentais não devem ser simplesmente adicionadas à teoria apresentada em sala de aula como um complemento. Em vez disso, é

necessário criar oportunidades para que os alunos reflitam sobre situações-problema do cotidiano, relacionando-as com os conteúdos estudados.

De acordo com Gonçalves e Marques (2006), é fundamental que as atividades experimentais no ensino de Química estejam inseridas em um contexto caracterizado pelo questionamento crítico, construção de argumentos e comunicação desses argumentos. Nesse sentido, o questionamento, que serve como ponto de partida para um experimento, pode ser apresentado aos alunos como um problema a ser investigado ou como uma maneira de estimular previsões, explicações e justificativas, promovendo assim a aprendizagem significativa.

A adoção de práticas pedagógicas contextualizadas tem como propósito favorecer um processo de ensino mais significativo, estimulando o desenvolvimento de uma postura crítica e investigativa por parte dos estudantes. Nesse sentido, a inserção de atividades relacionadas a realidades concretas possibilita maior engajamento e compreensão dos conteúdos, ampliando as possibilidades de aprendizagem. Essa metodologia contribui para a consolidação de saberes mais consistentes, ao integrar teoria e prática de forma coerente com as experiências cotidianas dos educandos (Reis, 2024).

Calixto (2015) destaca uma das principais questões relacionadas à realização de atividades experimentais, observando que muitas vezes essas atividades se limitam a aulas demonstrativas e de observação, cujo objetivo é simplesmente comprovar teorias previamente discutidas em sala de aula.

No entanto, como ressaltado por Bizzo (2010), a simples realização de experimentos não garante a aprendizagem dos alunos. Pois, é essencial um acompanhamento constante por parte do professor e um planejamento cuidadoso das atividades. Urani e Machado (2013) corroboram essa ideia, enfatizando que o professor deve selecionar metodologias que realmente contribuam para a aprendizagem dos alunos, e a experimentação investigativa é importante nesse sentido.

As atividades experimentais podem adotar uma abordagem construtivista, conforme incentivado por diversos autores, como Gonçalves e Marques (2006), que defendem a importância de os professores estimularem os alunos a enfrentarem conflitos cognitivos, a resolverem problemas, a confrontarem informações e a serem participativos no processo de aprendizagem. A implementação da experimentação no ensino de Química pode resultar em mudanças significativas no comportamento dos alunos, tornando-os mais ativos e engajados na busca pelo conhecimento (Gonçalves; Goi, 2022).

É relevante destacar que a elaboração de um experimento investigativo pelo professor envolve a organização de uma ficha de acompanhamento, que pode instigar os alunos a conduzirem suas próprias pesquisas e a construírem seu conhecimento. Após a realização do experimento, os alunos têm a oportunidade de redigir um relatório detalhado, descrevendo todas as etapas do processo e apresentando os resultados obtidos. Esse exercício não apenas amplia o aprendizado, mas também desenvolve habilidades de argumentação e escrita científica, como ressaltado por Geraldini (1993) e Moreira, Rosa e Suart (2011).

Embora os alunos possam enfrentar dificuldades na interpretação dos resultados experimentais, especialmente no início, essa habilidade pode ser aprimorada com a prática regular e o estímulo à pesquisa autônoma. A produção de relatórios de experimentos não só fortalece a compreensão dos conceitos, mas também contribui para o desenvolvimento da capacidade argumentativa e crítica dos alunos, preparando-os para enfrentar desafios futuros no campo científico (Gonçalves; Goi, 2022).

Segundo Galiani e Gonçalves (2004), ao serem desafiados a realizar pesquisas e propor hipóteses para resolver problemas, os alunos são incentivados a tomar decisões e expressar suas ideias, o que contribui significativamente para o desenvolvimento de habilidades sociais essenciais. Essas atividades experimentais mais contextualizadas, aplicadas nas aulas de Química, são importantes na formação social dos alunos, preparando-os para enfrentar novas situações que demandam iniciativa, tanto dentro quanto fora do ambiente escolar.

A racionalização de problemas desta natureza surge quando o ser humano se propõe a substituir a visão ingênua da realidade por uma postura crítica. O pensamento racional requer uma linguagem adequada capaz de expressar o fato ou situação real por meio do uso de uma análise científica. Desse modo, a evolução do pensamento humano se manifesta por meio de sua capacidade de gerar novas representações como referências conceituais que geram soluções para os problemas da sociedade (Ignácio; Santos Júnior; Dias, 2024).

Oliveira e Soares (2010) destacaram que a troca de experiências em sala de aula pode ser uma fonte preciosa de aprendizado. Nesse sentido, a promoção de atividades experimentais que envolvam o uso de materiais alternativos, em substituição aos equipamentos de laboratório muitas vezes indisponíveis nas escolas públicas, pode ter um impacto positivo tanto do ponto de vista pedagógico quanto psicológico. Essas atividades proporcionam uma oportunidade única para os alunos se envolverem ativamente no processo

de aprendizagem, estimulando sua curiosidade e criatividade, e permitindo-lhes explorar conceitos científicos de maneira prática e acessível.

Desta maneira, ao empreender a presente revisão bibliográfica, nota-se que a experimentação no ensino de Química tem sido objeto de discussão constante no contexto educacional, visando melhorar a qualidade do ensino e promover uma aprendizagem mais significativa para os alunos. Diversos autores têm ressaltado a importância da abordagem investigativa nas atividades experimentais, destacando seu potencial para estimular o pensamento crítico, a tomada de decisões e a construção ativa do conhecimento pelos alunos.

Nesse sentido, fica claro que as atividades experimentais devem ir além da mera confirmação de teorias já apresentadas em sala de aula. Elas devem proporcionar aos alunos a oportunidade de explorar situações-problema reais, formular hipóteses, planejar e realizar experimentos, e analisar criticamente os resultados obtidos. Essa abordagem investigativa não apenas fortalece a compreensão dos conceitos químicos, mas também desenvolve habilidades cognitivas e sociais essenciais para a formação integral dos estudantes.

No entanto, há desafios a serem enfrentados na implementação efetiva da experimentação no ensino de Química. Um dos principais obstáculos é a falta de recursos e infraestrutura adequados nas escolas, especialmente nas instituições públicas. Muitas vezes, os professores enfrentam dificuldades para realizar atividades práticas devido à escassez de materiais e equipamentos de laboratório (Calixto, 2015). Isso ressalta a necessidade de buscar alternativas criativas e acessíveis para promover a experimentação, como o uso de materiais alternativos e abordagens mais contextualizadas.

Além disso, é fundamental que os professores recebam apoio e formação adequada para planejar e conduzir atividades experimentais de forma eficaz. Eles devem ser capazes de estimular a participação ativa dos alunos, fornecer orientações e feedbacks construtivos, e criar um ambiente propício para a exploração científica. A colaboração entre os docentes e a disponibilidade de recursos educacionais também são aspectos-chave para o sucesso da experimentação no ensino de Química (Urani; Machado, 2013).

Desta forma, a experimentação no ensino de Química apresenta inúmeras vantagens pedagógicas e contribui significativamente para o desenvolvimento dos alunos (Reis, 2024). No entanto, sua eficácia depende da adoção de abordagens investigativas e da superação dos desafios enfrentados pelos educadores no cotidiano escolar. Investir na melhoria das condições de ensino, na formação docente e na promoção de práticas inovadoras é essencial para garantir uma educação científica de qualidade e preparar os alunos para os desafios do século XXI.

3.4 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO LEITE

As análises físico-químicas do leite desenvolvidas neste experimento pedagógico seguem as orientações da Instrução Normativa 76/2018 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2018), bem como os protocolos do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2008). Serão aplicados quatro testes principais: estabilidade com Alizarol, acidez titulável, pesquisa de fraude em leite pela adição de cloretos e densidade relativa. Esses procedimentos possibilitam o contato direto com conceitos químicos como pH, reações ácido-base, precipitação e propriedades coligativas, favorecendo uma aprendizagem contextualizada.

O teste de Alizarol tem por objetivo avaliar a estabilidade das proteínas do leite frente ao tratamento térmico, simulando o efeito do aquecimento. A solução alcoólica de alizarol (definida em legislação como sendo mínima de 72° GL), ao ser misturada em partes iguais com o leite, permite observar mudanças de cor que indicam alterações no pH e na estabilidade proteica. A coloração violeta-clara sem formação de coágulos indica leite dentro dos padrões aceitáveis. No entanto a coloração violeta-clara, com grumos, que indica instabilidade das proteínas, não sendo causada pelo fator pH baixo. Já a presença de coágulos com coloração amarelada sugere acidez elevada. A tonalidade violeta-escura pode apontar para fraudes, como adição de água ou substâncias alcalinas (Brasil, 2018; Silvestrin; Sodré; Oliveira, 2022).

O teste de acidez titulável determina a concentração de ácido láctico no leite, expressa em graus Dornic (°D). A análise é realizada por meio de titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 mol/L) e fenolftaleína como indicador. O ponto final da titulação é indicado pela mudança de coloração para rosa, que sinaliza a neutralização do ácido. Para leite cru refrigerado, os valores aceitáveis situam-se entre 0,14 e 0,18g/ ácido láctico/100 mL, conforme IN 76/2018, MAPA (Brasil, 2008; Bezerra; Ferreira; Souza, 2022). Esse teste permite discutir os princípios da titulação e o equilíbrio ácido-base de forma aplicada.

A detecção de cloretos busca identificar possíveis fraudes, especialmente a diluição do leite com água. O método envolve a reação dos íons cloreto com solução de nitrato de prata, na presença de cromato de potássio como indicador. A formação de um precipitado com coloração marrom tijolo indica a presença normal de cloretos; variações na coloração podem indicar adulterações (Paulo, 2024). Esta análise permite explorar o conceito de reações de precipitação e o uso de indicadores visuais em testes qualitativos.

Por fim, a análise da densidade relativa é utilizada para estimar o teor de sólidos no leite e verificar a ocorrência de adulterações. A medição é feita com um picnômetro ou com termolactodensímetro, utilizando aproximadamente 400 mL de leite em uma proveta de 500 mL. Após estabilização do instrumento, realizam-se as leituras de densidade e temperatura, aplicando-se correção por meio de tabela específica. Para o leite cru refrigerado, a densidade adequada a 15 °C deve estar entre 1,028 e 1,034 g/mL (MAPA, 2018; Santos et al., 2022). Este teste permite relacionar propriedades físicas das substâncias com a composição química do alimento.

A realização desses testes no contexto escolar favorece a integração entre teoria e prática, aproximando os estudantes da realidade científica e dos temas relacionados à saúde pública e à qualidade dos alimentos. Além disso, contribui para a valorização do ensino experimental como ferramenta formativa no estudo da Química.

4. METODOLOGIA

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa adotou uma abordagem metodológica mista, combinando elementos qualitativos e quantitativos. Por um lado, fundamentou-se na realização de uma revisão bibliográfica; por outro, envolveu a elaboração e aplicação de uma proposta de experimento pedagógico voltado para o ensino de Química, com a coleta e análise de dados numéricos obtidos em laboratório. A metodologia, conforme destaca Santos (2020, p. 23), tem como função apoiar “o objetivo geral a ser alcançado e [os] objetivos específicos, das etapas e dos produtos factíveis que, no conjunto, definam o que se quer alcançar e quais os métodos e estratégias que o executor utilizará”. Dessa forma, a estratégia metodológica aqui adotada estabeleceu uma base para a condução do estudo, possibilitando tanto uma análise teórica fundamentada quanto a investigação prática de fenômenos químicos por meio de experimentação.

A abordagem qualitativa justifica-se pela natureza exploratória e descritiva do estudo (Flick, 2009), voltado à compreensão e interpretação das práticas educacionais relacionadas ao ensino de Química, especialmente no que se refere à utilização de atividades experimentais. Essa etapa foi conduzida por meio de uma revisão bibliográfica (Sousa; Oliveira; Alves, 2021), abrangendo temas como ensino de Química, importância da experimentação didática, análise físico-química do leite e identificação de adulterações. Para isso, foram consultadas bases de dados relevantes — Scopus, Web of Science, PubMed, Google Scholar —, além de periódicos especializados e livros técnicos. Os termos de busca incluíram: “ensino de Química”, “experimentação no ensino”, “análise físico-química do leite”, “adulteração do leite”, incluindo também variações específicas como “hipoclorito de sódio em alimentos”.

A partir do referencial teórico construído, elaborou-se uma proposta de experimento pedagógico voltado ao ensino médio, com ênfase na análise do leite como temática integradora. Esta etapa envolveu procedimentos sistemáticos de coleta de dados, o que caracteriza também o uso de abordagem quantitativa, especialmente no tratamento de dados obtidos por meio de técnicas analíticas. Seguindo os preceitos metodológicos propostos por Santos (2019), essa combinação de métodos permitiu investigar, descrever e elucidar o objeto de estudo, articulando teoria e prática.

Quanto à classificação, esta pesquisa se enquadra como aplicada (Fleury; Costa Werlang, 2016), uma vez que visa produzir conhecimentos voltados à resolução de problemas concretos no contexto educacional, especialmente no ensino de Ciências. Seu caráter é ainda exploratório (Marconi; Lakatos, 2002), ao investigar práticas de ensino e propor novas abordagens para o ensino experimental da Química, associando fundamentos científicos à realidade dos estudantes.

De acordo com Santos (2019, p. 15), “é importante denotar conhecimento crítico em sua revisão bibliográfica”, pois:

Ao empreender a revisão teórica do tema, será possível perceber se a proposta de pesquisa já foi trabalhada anteriormente e em que nível de profundidade ou qual a abordagem foi empregada. Esta será a sua oportunidade de se diferenciar das demais pesquisas já realizadas, trabalhando a partir delas, colaborando um pouco mais no avanço dos entendimentos pertinentes ao tema (Santos, 2019b, p. 17).

4.2 PROPOSTA DE ATIVIDADE EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA

A proposta da atividade a ser aplicada em sala de aula baseia-se na proposta de experimento pedagógico para análise físico-química do leite, com o objetivo de proporcionar uma aula prática e enriquecedora no ensino médio. Esta atividade visa não apenas transmitir conhecimento sobre os conceitos fundamentais da química envolvidos na análise do leite, mas também estimular o pensamento crítico, a investigação científica e o desenvolvimento de habilidades práticas nos alunos.

Os procedimentos experimentais foram organizados em cinco etapas principais, correspondentes às análises realizadas: determinação do pH, acidez titulável, densidade, estabilidade térmica e detecção de conservantes.

4.2.1 DETERMINAÇÃO DO PH

A determinação do pH das amostras de leite foi realizada com o auxílio de um pHmetro digital previamente calibrado utilizando soluções tampão padrão com valores de pH 4,00; 7,00 e 10,00. A calibração foi conduzida à temperatura ambiente (cerca de 25 °C), assegurando a precisão das medições em diferentes faixas de acidez e basicidade. Antes de

cada medição, o eletrodo foi cuidadosamente lavado com água destilada e seco com papel absorvente, evitando a contaminação entre as soluções tampão e as amostras de leite.

Após a calibração, as amostras de leite foram homogeneizadas por agitação manual para garantir a uniformidade da composição. Em seguida, uma alíquota de aproximadamente 30 mL de cada amostra foi transferida para um béquer limpo e seco. O eletrodo foi então imerso na amostra, aguardando-se a estabilização da leitura digital antes do registro do valor.

4.2.2 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ACIDEZ

A determinação da acidez do leite exigiu, inicialmente, o preparo de uma solução de hidróxido de sódio (NaOH), com concentração aproximada de $0,1 \text{ mol L}^{-1}$. O NaOH apresenta caráter higroscópico, o que significa que absorve umidade do ambiente. Além disso, reage facilmente com o dióxido de carbono (CO_2) presente no ar, formando carbonato de sódio (Na_2CO_3). Como resultado, a solução de NaOH perde sua concentração exata logo após o preparo. Por essa razão, a padronização com um padrão primário torna-se essencial.

A solução foi preparada dissolvendo-se cerca de 4,0 g de NaOH sólido em água destilada. Após a completa dissolução, a solução foi transferida para um balão volumétrico de 1 litro e o volume foi completado com água destilada. Em seguida, a solução foi homogeneizada e armazenada em frasco de vidro âmbar, vedado, para minimizar a absorção de CO_2 atmosférico.

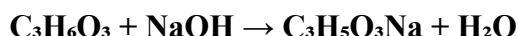
A padronização foi feita com biftalato de potássio ($\text{KHC}_8\text{H}_4\text{O}_4$), considerado um padrão primário devido à sua alta pureza, estabilidade e resistência à umidade. Uma massa entre 0,500 g e 0,600 g do sal foi pesada em balança analítica e dissolvida em cerca de 50 mL de água destilada, em um béquer. Adicionaram-se então 3 a 4 gotas de solução alcoólica de fenolftaleína, que atua como indicador ácido-base.

A titulação foi realizada utilizando a solução de NaOH até o surgimento de uma coloração rosa-claro persistente, que deveria durar pelo menos 30 segundos, caracterizando o ponto final da reação. A partir do volume de NaOH consumido e da massa exata de biftalato, calculou-se o fator de correção (ou fator de padronização) da solução titulante. Esse fator foi empregado nos cálculos subsequentes da acidez do leite.

Para a análise da acidez, 10,0 mL de cada amostra de leite foram transferidos para um erlenmeyer limpo e seco. Em seguida, adicionaram-se 3 a 4 gotas de fenolftaleína. A titulação foi conduzida com a solução de NaOH padronizada, gota a gota, até o aparecimento da

coloração rosa-claro. Cada amostra foi analisada em triplicata, com titulação realizada de forma lenta e controlada, utilizando uma bureta graduada.

A reação de neutralização entre o ácido láctico e o NaOH pode ser representada pela equação:



Considerando que a reação ocorre em proporção molar 1:1, a quantidade de ácido láctico presente na amostra foi calculada com base no volume de NaOH consumido e na concentração corrigida da solução titulante.

4.2.3 DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE

A determinação da densidade do leite foi realizada utilizando um picnômetro de vidro equipado com tampa esmerilhada contendo um orifício para extravasamento de líquidos. Inicialmente, o picnômetro seco foi pesado para registro da massa vazia. Para calibrar o volume do picnômetro, este foi preenchido com água destilada a uma temperatura conhecida, tomando-se o cuidado de eliminar bolhas de ar, e a tampa esmerilhada foi colocada de modo a permitir o extravasamento do excesso de água pelo orifício presente na própria tampa. Após o escoamento completo do excesso, o picnômetro foi limpo externamente e pesado para obtenção da massa do conjunto preenchido com água, o que possibilitou a determinação precisa do volume do picnômetro.

Após a calibração, o picnômetro foi ambientado com a amostra de leite, em seguida, foi completado com o próprio leite até o limite volumétrico, repetindo-se o procedimento de vedação com a tampa esmerilhada, garantindo o extravasamento do excesso pelo orifício da tampa e evitando a formação de bolhas internas. Após a remoção do excesso, o conjunto foi cuidadosamente limpo externamente e pesado para registro da massa do picnômetro preenchido com leite.

A densidade deve ser calculada pela fórmula:

$$d = m/v$$

Onde m é a massa é obtida pela diferença entre as pesagens do picnômetro cheio de leite e vazio, e V é o volume previamente determinado na calibração com água. Para

complementar e aprofundar a compreensão dos estudantes acerca do procedimento descrito, é fundamental proporcionar uma experiência prática completa com o uso do picnômetro. O ensino detalhado do passo a passo, iniciando pela calibração com água destilada, permite confirmar a importância dessa etapa para assegurar a precisão dos resultados. Durante a prática, destaca-se o controle rigoroso da temperatura da amostra, que pode ser realizado por meio de um banho-maria, além da ambientação do picnômetro para garantir que o leite atinja a temperatura desejada antes da medição. Esse processo contribui para o desenvolvimento de habilidades técnicas e promove o entendimento da necessidade de padronização em procedimentos experimentais.

Para reforçar o conceito de calibração, é recomendável propor uma atividade comparativa entre resultados de densidade obtidos com e sem a calibração adequada do picnômetro. Essa abordagem facilita a identificação das fontes de erro, promovendo uma discussão crítica sobre a confiabilidade das medições e a relevância da reprodutibilidade em experimentos científicos. Em continuidade, a análise crítica de diferentes amostras de leite, como leite puro, amostras adulteradas com adição controlada de água e leites com variados teores de gordura, permite aos alunos aplicar os conhecimentos adquiridos. Ao determinar a densidade de cada amostra e correlacionar os resultados com a composição e possível qualidade do produto, os estudantes exercitam a interpretação de dados e a avaliação de possíveis fraudes alimentares.

Outro aspecto relevante é o estudo da influência da temperatura na densidade, por meio da medição de uma mesma amostra em diferentes condições térmicas. Essa prática auxilia na compreensão da expansão térmica dos líquidos e comprova a importância da padronização da temperatura para a obtenção de resultados confiáveis. Além disso, uma abordagem teórica que relacione a densidade do leite com seus principais componentes — como água, gordura, proteínas, lactose e minerais — contribui para o entendimento de como a composição influencia diretamente o valor medido. A utilização de exemplos visuais pode facilitar essa associação e demonstrar como a análise da densidade pode servir como indicativo da autenticidade ou qualidade do produto.

Por fim, é essencial que os alunos sejam orientados a sistematizar suas observações e análises por meio da elaboração de relatórios científicos. Esses documentos devem conter a definição do objetivo da atividade, descrição dos materiais utilizados, detalhamento do procedimento experimental, apresentação dos dados coletados, cálculos realizados, avaliação da precisão dos resultados e uma conclusão embasada nas observações feitas. Tal prática

fortalece a competência em redação científica, estimula a organização do raciocínio e desenvolve a capacidade de comunicar os resultados de forma clara, coesa e técnica.

4.2.4 TESTE DE ESTABILIDADE PROTEICA

O teste de estabilidade proteica tem como objetivo avaliar a estabilidade coloidal das proteínas do leite em função fatores que podem comprometê-la. Para isso, foram misturados volumes iguais de leite e solução alcoólica de Alizarol 78 °GL, com leve agitação para homogeneização. Após a mistura, observou-se a presença ou ausência de precipitação proteica.

A formação de flocos, coágulos ou precipitados e desenvolvimento de coloração amarela, indica baixa estabilidade proteica em função do pH estar baixo, possivelmente decorrente da atividade microbiana. A formação de flocos, coágulos ou precipitados, com desenvolvimento de coloração violeta-clara, indica comprometimento da estabilidade em função de outros fatores, tais como ação de enzimas bacterianas, desequilíbrio salino (fraude por adição de cloreto, animal com mastite, alimentação desbalanceada), geralmente abaixo de 6,6. Essa alteração sugere perda da estabilidade proteica, possivelmente causada pela acidificação decorrente da atividade microbiana. Por outro lado, a ausência de precipitação indica que o leite mantém pH e estabilidade dentro de parâmetros aceitáveis para o consumo.

Em condições normais, as proteínas do leite — especialmente as caseínas — permanecem dispersas em solução coloidal, o que confere ao leite seu aspecto homogêneo. No entanto, essa estabilidade é sensível a variações do meio, principalmente à queda do pH. A acidificação ocorre, em geral, por ação de microrganismos, como as bactérias naturais no leite, e outras bactérias contaminantes, como o grupo coliformes que fermentam a lactose e produzem ácido láctico. Esse processo reduz o pH do leite de forma progressiva.

À medida que o pH se aproxima do ponto isoelétrico da caseína (em torno de 4,6), a solubilidade dessas proteínas diminui. Isso ocorre porque suas cargas elétricas se neutralizam, o que reduz as forças de repulsão entre as micelas. Como consequência, as caseínas se aglomeram, formando flocos visíveis. Esse fenômeno é conhecido como coagulação.

A estabilidade proteica é um parâmetro importante para a qualidade do leite. A perda dessa estabilidade compromete a textura — tornando o leite grumoso — e altera seu sabor, conferindo acidez desagradável. A presença de precipitados também pode indicar contaminações ou falhas no armazenamento, como refrigeração inadequada, que favorecem a

proliferação microbiana e a deterioração do produto. Do ponto de vista industrial, a instabilidade proteica representa prejuízos econômicos e riscos à segurança do alimento.

A acidez e o pH estão diretamente ligados à estabilidade das proteínas do leite. Em seu estado fresco, as caseínas organizam-se em micelas estáveis, sustentadas por forças eletrostáticas e pela presença de fosfato de cálcio. Quando o pH diminui, essas estruturas perdem estabilidade. A aproximação do ponto isoelétrico provoca o colapso das micelas e desencadeia a coagulação. Esse processo é irreversível e altera completamente a aparência, o sabor e a funcionalidade do leite, sendo o principal indicativo de que o leite "azedou". Além disso, a acidez elevada interfere na ação de enzimas naturais e pode favorecer o crescimento de microrganismos indesejáveis, comprometendo a segurança e a vida útil do produto.

4.2.5 DETERMINAÇÃO DE CONSERVANTES

Para a detecção de conservantes à base de compostos clorados, iniciou-se a análise com a adição de aproximadamente 5 mL da amostra de leite em tubo de ensaio. Em seguida, foi incorporado 1 mL de solução de iodeto de potássio (KI) a 5%, cuja função é atuar como agente redutor, promovendo a liberação de iodo molecular na presença de agentes oxidantes, como compostos clorados. A mistura foi homogeneizada por agitação suave para garantir o contato efetivo entre os reagentes. Após a reação inicial, foram adicionadas algumas gotas de solução de amido a 1%, que serve como indicador específico para iodo molecular, formando um complexo colorido em presença deste. Este procedimento permite a identificação indireta da presença de substâncias oxidantes no leite por meio da formação do complexo iodo-amido.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base na proposta experimental desenvolvida, foram realizadas análises físico-químicas de três amostras distintas de leite, com o propósito de investigar possíveis alterações em parâmetros indicativos de qualidade, adulteração ou deterioração do produto. Entre as análises conduzidas, incluíram-se a determinação do pH, acidez titulável, densidade, estabilidade ao alizarol e presença de conservantes, conforme estabelecido nos procedimentos metodológicos adotados. As amostras utilizadas na atividade foram intencionalmente manipuladas para simular diferentes cenários, possibilitando aos estudantes o desenvolvimento de habilidades investigativas e analíticas, por meio da observação e interpretação de dados laboratoriais.

A primeira amostra (Amostra A) consistia em leite fresco e íntegro, sem qualquer tipo de adulteração, funcionando como padrão de referência para as demais análises. A segunda (Amostra B), por sua vez, havia sido diluída com água, com o objetivo de simular uma prática de fraude frequentemente utilizada para aumentar o volume do produto e gerar lucro indevido. Já a terceira amostra (Amostra C) foi alterada com a adição de hipoclorito de sódio, representando uma situação de maior gravidade, em que uma substância alcalina é empregada.

Essa abordagem metodológica visa aproximar a experiência pedagógica da prática científica, na qual nem sempre se tem conhecimento prévio da composição das amostras analisadas. Os resultados obtidos estão dispostos na Tabela 1, o que permite uma visualização comparativa dos parâmetros físico-químicos avaliados, facilitando a identificação de alterações associadas tanto a processos de degradação microbiológica quanto a adulterações deliberadas.

Tabela 1 Análise físico-química do leite cru

Parâmetro	Intervalo Esperado	Amostra A Controle)	Amostra B (Leite Diluído)	Amostra C (Com Hipoclorito)
Acidez (g/100 mL)	0,14 – 0,18	0,16	0,11	0,03
pH	6,6 – 6,8	6,70	6,99	8,45
Densidade (g/mL)	1,028 – 1,034	1,029	1,018	1,028
Teste do Alizarol	Estável	Estável	Estável	Não Estável
Antibiótico	Negativo	Negativo	Negativo	Positivo

Fonte: Autoria própria

A Instrução Normativa (IN) nº 76, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2018)

Essa tabela apresenta uma visão das diferenças nos parâmetros físico-químicos entre as amostras, ilustrando como essas características podem ser utilizadas para identificar a qualidade e integridade do leite. Esses resultados permitem não apenas validar os procedimentos descritos, mas também servir de referência para discussões e atividades práticas que aprofundem o entendimento dos alunos.

5.1 DETERMINAÇÃO DO pH

O pH é uma medida essencial da qualidade do leite, pois alterações nesse parâmetro podem indicar processos de deterioração microbiológica ou adulterações intencionais. Em condições normais, o leite cru fresco apresenta pH entre 6,6 e 6,8, ligeiramente ácido devido à presença de ácidos orgânicos, proteínas e sais dissolvidos (Fonseca; Santos, 2000).

A Amostra A apresentou pH de 6,70, valor dentro da faixa esperada para leite fresco, demonstrando a integridade da amostra e ausência de contaminação microbiana significativa. Esse resultado está em conformidade com a Instrução Normativa nº 76 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2018), que estabelece parâmetros para a qualidade do leite cru refrigerado. Do ponto de vista pedagógico, esse dado pode ser usado para introduzir aos alunos conceitos básicos de soluções aquosas, equilíbrio ácido-base e o funcionamento de sistemas tampão naturais presentes no leite.

A partir dessa observação, é possível propor uma atividade experimental em que os estudantes meçam o pH de diferentes tipos de leite (pasteurizado, UHT, fermentado) e reflitam sobre as variações observadas. Essa abordagem permite explorar a habilidade EM13CNT301 da BNCC, ao relacionar propriedades macroscópicas com interações moleculares.

Já a Amostra B apresentou pH de 6,99, levemente acima do intervalo típico. Como foi propositalmente adulterada por diluição com água, a elevação do pH pode ser atribuída à redução da concentração de compostos ácidos naturalmente presentes na matriz láctea. Esse dado pode ser interpretado em sala de aula como exemplo concreto de fraude alimentar, permitindo a discussão sobre as implicações éticas e sanitárias dessa prática.

Nesse momento da aula, o professor pode instigar os alunos com uma pergunta investigativa: “O leite adulterado é sempre detectável ao olhar ou ao cheiro? Como a Química pode ajudar nesse processo?”. Isso favorece o desenvolvimento de competências

investigativas e científicas, como prevê a habilidade EM13CNT102, ao incentivar os estudantes a aplicar conhecimentos químicos na análise da qualidade dos alimentos.

A situação da Amostra C é ainda mais grave. O pH de 8,45 é incompatível com o leite *in natura* e indica a presença de uma substância fortemente alcalina. Como a amostra foi adulterada com hipoclorito de sódio, um agente oxidante básico, esse resultado é coerente com o desvio observado. A presença de hipoclorito também pode causar degradação de proteínas e alteração na estabilidade da caseína, favorecendo sua precipitação.

Esses conceitos podem ser trabalhados com os alunos ao discutir o que acontece com as proteínas do leite em diferentes faixas de pH, introduzindo noções de estrutura proteica, interação íon-dipolo, e ponto isoelétrico. A partir dessa discussão, pode-se simular a produção de iogurte ou queijo como contraponto à adulteração: um processo desejado de acidificação natural versus a ação fraudulenta de substâncias alcalinas.

Esse contexto favorece a abordagem da química na saúde pública e no controle de qualidade de alimentos, contribuindo para a formação crítica dos estudantes, como defendido por Hodson (1998), ao afirmar que o ensino de ciências deve permitir a compreensão dos fenômenos em contextos sociais, políticos e econômicos.

Além disso, uma extensão pedagógica é propor a medição do pH de outras soluções alimentícias comuns (suco de laranja, refrigerante, vinagre, água da torneira, iogurte), demonstrando a diversidade de pH no cotidiano e discutindo suas implicações para conservação e consumo dos alimentos.

Para escolas com poucos recursos, a adaptação experimental com tiras de papel indicador e leite previamente acidificado ou alcalinizado pode simular com segurança diferentes cenários de adulteração. A observação das cores obtidas no papel indicador e a comparação com a escala-padrão permite aplicar a teoria dos indicadores ácido-base de forma acessível.

Variações no pH do leite estão relacionadas não somente à sua composição natural, mas também a processos de degradação ou interferências externas, o que torna seu controle fundamental para a segurança alimentar (Pereira; Machado, 2017).

A Figura 1 ilustra o pHmetro utilizado para determinar o pH das amostras de leite.

Figura 1 - Medição do pH do leite utilizando pHmetro digital.



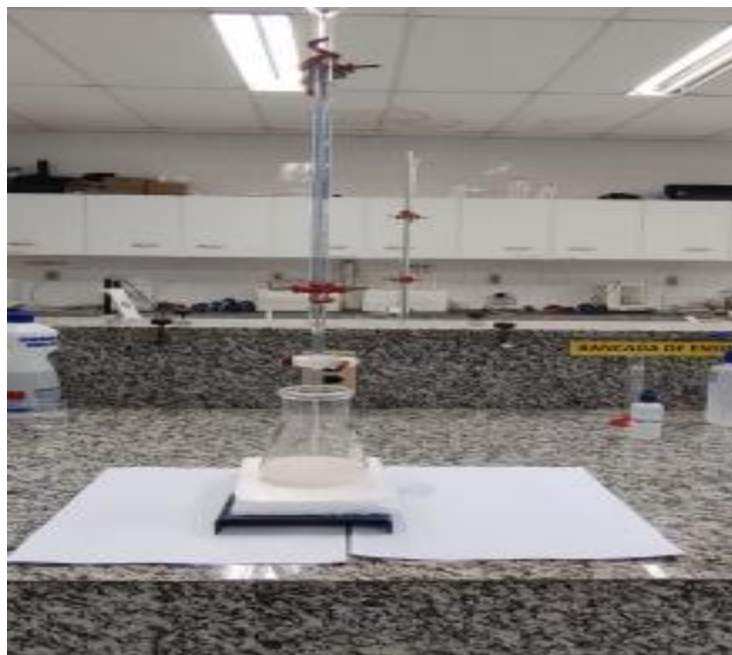
Fonte: Autoria própria

5.2 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ACIDEZ

A determinação do índice de acidez permitiu avaliar a presença de ácidos orgânicos no leite, especialmente o ácido láctico, produto da fermentação microbiana da lactose. Este parâmetro é essencial para verificar a frescura e integridade do produto, sendo um dos principais critérios adotados pelas legislações sanitárias, como a Instrução Normativa nº 76/2018 do MAPA, que estabelece o limite máximo de 0,18 g de ácido láctico por 100 mL de leite cru refrigerado (Brasil, 2018).

A Amostra A apresentou valor de 0,16 g/100 mL, compatível com o leite fresco e dentro dos padrões de qualidade estabelecidos. Essa amostra, considerada controle, foi obtida diretamente da ordenha e mantida sob refrigeração adequada. A titulação foi conduzida utilizando solução de NaOH 0,1 mol/L previamente padronizada conforme ilustra a Figura 2.

Figura 2 - Realização da titulação da amostra de leite com solução de NaOH padronizada



Autoria própria

A acidez foi calculada utilizando a Equação 1.

$$A = (V \times Fc \times 0,1 \times 0,09 \times 100) / 10$$

onde:

- A = Acidez em gramas de ácido láctico /100 mL de amostra.
- V = volume (mL) de NaOH gasto na titulação
- Fc = fator de correção do NaOH
- 0,1 = concentração da solução titulante
- 0,09 = fator de conversão do NaOH para ácido láctico
- 10 = volume da amostra em mL

O uso dessa fórmula fornece uma oportunidade didática rica para os professores abordarem tópicos como reações ácido-base, estequiometria, concentração de soluções e indicadores ácido-base. Essa atividade pode ser associada à habilidade EM13CNT301 da BNCC, que prevê a aplicação de conhecimentos sobre propriedades das substâncias e transformações químicas em diferentes contextos.

A Amostra B, por sua vez, apresentou acidez de 0,11 g/100 mL, valor inferior ao esperado para leite cru. Essa redução pode ser explicada pelo fato de a amostra ter sido

propositalmente diluída com água, prática considerada fraude. Do ponto de vista químico, a diluição diminui a concentração dos ácidos naturalmente presentes, resultando em menor consumo de base na titulação.

Essas reflexões podem ser trabalhadas a partir da análise crítica dos resultados, articulando conteúdos de concentração, pureza de substâncias, ética na produção de alimentos e química na saúde pública. A prática também permite trabalhar a habilidade EM13CNT102, que propõe analisar situações-problema de forma crítica com base em dados e evidências científicas.

A Amostra C apresentou o menor valor de acidez (0,03 g/100 mL). A adição de uma base eleva o pH e neutraliza parcialmente os ácidos presentes, reduzindo a quantidade de NaOH necessária para atingir o ponto final da titulação. Essa prática representa uma tentativa de mascarar a acidez crescente de um leite em processo de deterioração, algo já descrito na literatura como adulteração fraudulenta (Fonseca; Santos, 2000).

Em atividades pedagógicas, esse tipo de resultado pode ser explorado para abordar as bases na neutralização, discutir reações de neutralização e oxirredução, e refletir sobre como o uso indevido de substâncias pode comprometer a segurança alimentar. Além disso, a observação de variações na viragem do indicador pode ser aproveitada para explicar o funcionamento de indicadores ácido-base e sua sensibilidade frente a substâncias interferentes.

Como complementação didática, o professor pode propor aos alunos a simulação de fraudes em laboratório, utilizando soluções diluídas de vinagre, bicarbonato ou detergente, associando-as ao leite como matriz, para observar os efeitos sobre a acidez.

5.3 ANÁLISE DE DENSIDADE

A determinação da densidade da Amostra A foi realizada utilizando um picnômetro de vidro com tampa esmerilhada, que permite medições precisas de massa e volume. Inicialmente, o picnômetro seco foi pesado em balança analítica, registrando-se a massa do recipiente vazio como 33,0203g. Em seguida, procedeu-se à calibração do volume do picnômetro preenchendo-o com água destilada, cuidando para eliminar bolhas de ar e permitindo o extravasamento do excesso por meio do orifício da tampa. Após limpeza externa, a massa do picnômetro contendo água foi registrada como 62,9624 g, sendo também anotada a temperatura da água durante essa etapa, que foi de 26,1°C. A densidade da água nessa temperatura, consultada em tabelas físico-químicas, foi de 0,99679 g/mL. Com esses

dados, foi possível calcular o volume exato do picnômetro pela razão entre a massa da água 29,9421g obtida pela diferença entre as massas do picnômetro cheio e vazio (62,9624 – 33,0203) e a densidade da água na temperatura indicada, resultando em um volume de 30,0385 mL.

Posteriormente, o picnômetro foi lavado, seco e preenchido com a Amostra A, repetindo-se o procedimento de vedação e extravasamento do excesso. A massa do picnômetro com leite foi então medida, apresentando o valor de 63,9406 g. A massa da amostra foi obtida subtraindo-se a massa do picnômetro vazio da massa do conjunto, totalizando 30,9203 g. A densidade da Amostra A foi então calculada pela razão entre essa massa e o volume previamente determinado do picnômetro, resultando em um valor de 1,029 g/mL. Tal valor situa-se dentro da faixa esperada para leite bovino integral fresco, que segundo a literatura é de 1,028 a 1,034 g/mL a 15 °C (Fonseca; Santos, 2000), corroborando a hipótese de que a Amostra A corresponde a um leite sem adulterações significativas.

Seguindo a mesma metodologia de calibração do picnômetro a onde foi realizado um novo procedimento, desta vez com a amostra B, em que o leite foi adulterado intencionalmente com cerca de 5 a 10% de água, o picnômetro preenchido com leite adulterado foi pesado mostrando uma massa de 63,6267 g com esse dado foi possível encontrar a densidade desse leite, já que, conhecíamos o valor do picnômetro vazio e a densidade da água corrigida na tabela em procedimento anterior, chegando a conclusão de que o leite adulterado com densidade de 1,0189, está fora da faixa esperada para leite bovino. Isso significa confirmar a adulteração do leite que pode ter sofrido adulteração por água.

Para a amostra C, adulterada com hipoclorito de sódio (água sanitária), foi obtida uma massa de 63,9169 g no picnômetro já calibrado. Com base no volume determinado na calibração e utilizando a fórmula da densidade, obteve-se o valor de 1,028 g/mL. Esse resultado situa-se no limite inferior da faixa esperada para leite bovino integral fresco (1,028 a 1,034 g/mL), o que pode sugerir alteração em sua composição, possivelmente relacionada à adição de hipoclorito e/ou água..

Esse procedimento experimental, além de permitir a obtenção precisa da densidade do leite, possibilita o desenvolvimento de diversos conteúdos essenciais para o ensino de Química. Dentre eles, destacam-se o conceito de densidade como propriedade física específica da matéria, a relação matemática entre massa, volume e densidade, a importância da calibração de instrumentos e a influência da temperatura na densidade de líquidos. Ademais, o experimento oferece oportunidade para que os alunos interpretem tabelas físico-químicas e aprendam a aplicar dados experimentais para realizar cálculos quantitativos.

A Figura 3 ilustra o processo de determinação da densidade das amostras do leite utilizando a técnica de picnometria.

Figura 3 - Picnômetro sendo pesado em balança analítica



Autoria própria

5.4 TESTE DE ALIZAROL

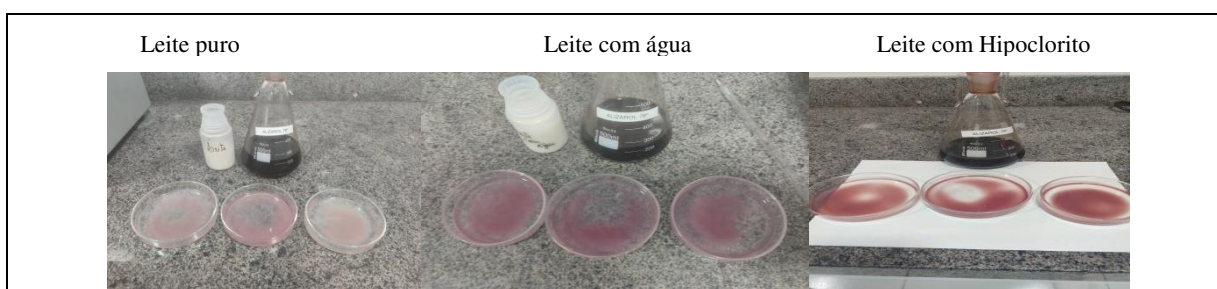
O teste do alizarol (álcool-alizarina) é um método rápido e qualitativo utilizado para avaliar a estabilidade térmica do leite e sua aptidão para o processamento industrial. Conforme a Instrução Normativa nº 77/2018 do MAPA, o leite in natura refere-se ao produto que não passou por nenhum tratamento térmico, como a pasteurização. De acordo com a Tabela 1, a amostra A apresentou características compatíveis com um leite estável, apresentando densidade entre 1,028 e 1,034 g/mL, acidez entre 0,14 e 0,18 g/100 mL e pH na faixa de 6,6 a 6,8. No procedimento realizado, misturou-se o leite e a solução alcoólica de alizarina em proporções iguais (1:1), em placas de PET, observando-se a coloração final e a formação ou não de grumos. A amostra A apresentou coloração vermelho-tijolo e ausência de grumos, indicando pH e acidez dentro da faixa esperada e estabilidade físico-química (Fonseca; Santos, 2000).

A amostra B, composta por leite diluído com água, apresentou coloração lilás no teste do alizarol, sem formação de grumos. Essa alteração cromática indica elevação do pH em relação ao leite fresco, evidenciando um meio menos ácido. A redução da densidade observada, decorrente da adição de água, compromete o valor nutricional do produto e o torna impróprio para pasteurização ou processamento industrial. Do ponto de vista físico-químico, o

leite é um coloide — uma dispersão heterogênea em que micelas de gordura e proteínas permanecem suspensas no meio aquoso. A adição de água, solvente de pH próximo ao neutro, provoca diluição da fase dispersa, podendo modificar parâmetros como pH, densidade e acidez, afetando assim a estabilidade e a qualidade do leite. Referências como Cunha et. al (2021) indicam que em leite fresco a alizarina assume coloração vermelho-tijolo em pH ao redor de 6,6, e que variações para o lilás ocorrem em meios menos ácidos, como observado nessa amostra.

No entanto, no teste do alizarol, a amostra C apresentou coloração violeta-lilás intensa e ausência de grumos, comportamento atípico para leite fresco. Esse resultado está associado a um valor de acidez de 0,03 g/100 mL e pH de 8,45, consideravelmente elevado para os padrões estabelecidos pela IN 77/2018, além de densidade de 1,028 g/mL, situada no limite inferior da faixa considerada normal para leite bovino fresco. A alteração na cor observada no teste evidencia instabilidade química e sugere a possível adição de substância alcalina, como o hipoclorito de sódio, utilizada para mascarar a acidez e manter temporariamente a aparência físico-química do leite. A relação entre a baixa acidez, o pH elevado e a densidade estável permite comparar adulterações destinadas à conservação do produto com aquelas voltadas ao aumento do volume. Esse cenário pode ser explorado em sala de aula para relacionar os resultados do teste do alizarol às alterações no ponto isoelétrico das proteínas e à estabilidade térmica, além de discutir a importância da triagem inicial do leite na indústria de laticínios, evitando que leite impróprio entre no processo produtivo, como ilustrado na Figura 4.

Figura 4- Análise da estabilidade térmica do leite



Autoria própria

5.5 ANÁLISE DE ADULTERAÇÃO POR HIPOCLORITO

A análise de adulteração de determinação de cloretos busca identificar possíveis fraudes, especialmente a diluição do leite com água, como hipoclorito de sódio (água sanitária), peróxido de hidrogênio (água oxigenada) ou cloramina. Essas substâncias são utilizadas ilegalmente para mascarar a acidez do leite e prolongar sua vida útil, inibindo o crescimento bacteriano.

A amostra A, representando um leite fresco e dentro dos padrões de qualidade exigidos para o recebimento, serviu como parâmetro de comparação para as demais análises. Seus valores de densidade, pH e acidez mantiveram-se dentro das faixas normais, além de não apresentar indícios de substâncias alcalinas. Na aplicação do teste para cloro livre, não foram observadas alterações de coloração, confirmando resultado negativo para a presença desses compostos.

Na amostra B, diluída com água, o teste também não resultou em formação de cor azul, confirmando que a adulteração ocorreu apenas por adição de água. Esse exemplo pode ser usado para destacar a importância de se utilizar diferentes tipos de testes em paralelo para identificar distintos tipos de fraudes.

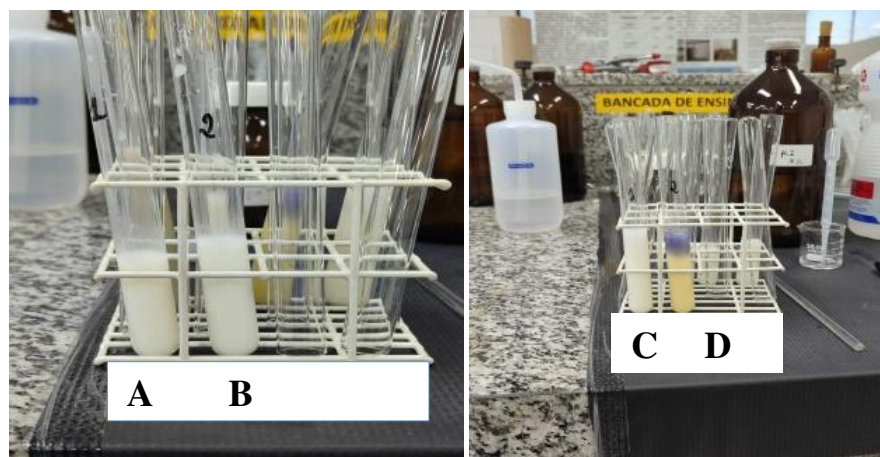
Analizando os resultados da amostra C, observa-se uma acidez muito baixa e um aumento significativo do pH, acompanhados de uma densidade estável, indicando a possível adição de uma substância — um resultado “positivo” para adulteração. Na análise padrão para detecção de hipoclorito, foi identificada a formação de uma quantidade leve do complexo iodo-amido, caracterizado pela coloração azul escura na presença de iodo, evidenciando uma fraude grave que compromete a qualidade do leite e representa risco à saúde do consumidor.

Conforme a Tabela 1, pode-se propor uma atividade investigativa em sala de aula que ilustre a adulteração por hipoclorito ou outras substâncias alcalinas, abordando temas como segurança alimentar e a importância dos testes de qualidade. A atividade pode destacar a diminuição da acidez causada pela substância alcalina, o aumento do pH e a estabilidade da densidade conforme o volume de adulterante adicionado ao leite.

Em casos de adulteração, a amostra apresenta coloração azul intensa, como observado no leite contendo conservantes à base de cloro, enquanto o leite sem esses aditivos mantém sua coloração original ou apresenta tonalidade ligeiramente amarelada, indicando ausência de hipoclorito. A reação química envolvida pode ser representada por $\text{ClO}^- + \text{I}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{Cl}^- + \text{I}_2$. A Figura 5 ilustra a aplicação do teste de adulteração por hipoclorito nas amostras de leite. A reação iodeto-hipoclorito, clássica na química analítica para detecção de agentes oxidantes,

baseia-se na oxidação do iodeto a iodo, que pode ser posteriormente titulado, conforme descrito Pasha e Narayana (2007).

Figura 5 - Realização do teste de adulteração com água sanitária (hipoclorito)



Amostras A e B, leite in natura

Amostra C, leite in natura e Amostra D, formando o complexo Azul escuro (Autoria própria)

iodeto (I^-) a iodo elementar (I_2). O iodo, por sua vez, reage com o amido, formando o complexo azul escuro que é visível a olho nu, confirmando a presença do adulterante. Demonstrar o teste com uma amostra de leite puro e outra com uma pequena adição de água sanitária (em quantidade segura e controlada, apenas para fins didáticos e com descarte adequado).

Propor um experimento pedagógico no ensino médio, focado na análise físico-química do leite, busca não apenas a realização bem-sucedida de atividades laboratoriais, mas também proporcionar uma aula contextualizada que motive os alunos a participarem ativamente das discussões propostas. Espera-se que, ao oferecer uma abordagem diferenciada da tradicional, os estudantes se sintam mais engajados e dispostos a relacionar os conteúdos com suas vivências cotidianas.

Nesse contexto, a problematização centrada na fraude do leite surge como uma estratégia-chave. Ao apresentar situações reais envolvendo a adulteração do leite, não apenas instiga o interesse dos alunos, mas também os convida a aplicar conhecimentos teóricos para interpretar essas situações. Como enfatizado por Junior, Ferreira e Hartwig (2008), essa abordagem fomenta a reflexão crítica e estimula o desenvolvimento de novos conhecimentos, preparando os estudantes para uma atuação mais ativa na sociedade e no ambiente escolar.

Além disso, conforme apontado por Cunha (2009), a contextualização significativa não apenas enriquece o aprendizado dos alunos, mas também é essencial para a formação de

cidadãos críticos e conscientes. Portanto, espera-se que essa proposta de ensino não apenas promova o desenvolvimento intelectual dos estudantes, mas também consolide os conceitos químicos envolvidos, relacionando-os diretamente com sua realidade e incentivando uma compreensão mais profunda e duradoura dos temas abordados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises realizadas ao longo deste estudo, é possível destacar que a experimentação no ensino de Química contribui significativamente para a aprendizagem, ao permitir que os estudantes vivenciem na prática os conceitos teóricos. A resolução de problemas, nesse contexto, constitui uma estratégia que favorece a construção do conhecimento, ao estimular a reflexão, a investigação e o engajamento ativo dos alunos.

Observou-se que a experimentação de caráter investigativo, fundamentada na formulação de hipóteses, execução de procedimentos e análise crítica dos resultados, tem se mostrado uma abordagem eficaz no ensino de Ciências. Essa prática favorece o desenvolvimento do pensamento crítico, da argumentação e da autonomia intelectual, promovendo uma aprendizagem mais significativa.

Entretanto, persistem desafios para a implementação efetiva das atividades experimentais. A formação adequada dos professores é essencial, tanto para o planejamento das experiências quanto para a mediação do processo investigativo. Estratégias como o uso de materiais alternativos e a adaptação dos experimentos à realidade escolar podem contribuir para superar limitações estruturais e de recursos.

Por fim, destaca-se o professor como mediador da aprendizagem, responsável por incentivar a participação dos estudantes e promover a construção coletiva do conhecimento. Práticas como debates orientados e produção de relatórios favorecem o desenvolvimento de habilidades argumentativas e científicas.

Conclui-se, portanto, que a experimentação, quando integrada a uma abordagem investigativa e reflexiva, representa uma ferramenta pedagógica adequada para o ensino de Química. Para isso, é necessário investir na formação docente e em recursos que fortaleçam o vínculo entre teoria e prática, contribuindo para uma educação científica mais contextualizada e acessível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, Maria da Conceição Vieira et al. Recursos didáticos utilizados para o ensino e aprendizagem de seleção natural e deriva genética com estudantes do Ensino Médio: Didactic resources used for the teaching and learning of natural selection and genetic drift with high school students. **Revista Cocar**, v. 20, n. 38, 2024.

ALMEIDA, N. P.; SANTOS, K. G. dos. Ensino do Laboratório de Engenharia Química baseado em projeto: adsorção de gasolina empregando casca de banana. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, 2020.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, pp. 176-194, Porto Alegre, 2003.

ATAIDE, M. C. E. S.; SILVA, B. V. da C. As Metodologias de Ensino de Ciências: Contribuições da Experimentação e da História e Filosofia da Ciência. **Holos**, Piauí, n. 4, p.171, ano 27, 2011.

BEZERRA, Luana Monteiro; FERREIRA, Márcia; SOUZA, Stefania Márcia. Fraude intencional em leite UHT integral para avaliação da eficácia do teste de densidade e acidez titulável. **Pubvet**, v. 16, p. 186, 2022.

BIZZO, Nélío. **Ciências: fácil ou difícil**. Ed. Ática: São Paulo, 2010.

BRASIL, Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4.ed., 1.ed. digital. Instituto Adolfo Lutz, São Paulo - SP, 2008.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 68, de 12 dezembro de 2006**. Métodos analíticos oficiais físico-químicos para controle 37 de leite e Produtos lácteos. Departamento de Inspeção de Produto de Origem Animal. Brasília-DF. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018**. Estabelece os critérios e procedimentos para a produção de leite cru refrigerado. Diário Oficial da União, seção 1, Brasília, DF, 30 nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018. Estabelece os critérios e procedimentos para a produção de leite cru refrigerado. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 30 nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências Naturais. Brasília**: MEC/SEF, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. 2.ed.** Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)**. Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Brasília, 2002.

BUONFIGLIO, A. Uma didática história da química: da filosofia grega à contribuição dos alquimistas da antiguidade, as ideias, os experimentos e teorias que configuraram a química como ciência. **ComCiência**, v. s/n, n. 130, p. 1-20, 2011.

CALIXTO, Vivian. O PIBID - Química como potência na formação de professores/pesquisadores. In: **X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC**, Anais [...], Águas de Lindóia, SP, 2015.

CARDOSO, P. H. G. et al. A dinâmica do currículo em ação de uma escola de educação profissional do Estado do Ceará, na percepção dos alunos. In: **Congresso Nacional de Educação**, 6., Fortaleza, Anais... 2019.

CARRASCOS A, J.; GIL-PEREZ, D.; VILCHES, A.; VALDÉS, P. Papel de La actividad experimental en la educación científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, São Paulo, v. 23, n. 2, 2006.

CASELA, Ivna; SOUZA, Gilmar Pereira; TRAVAIN, Silmar Antonio. O descarte correto de cosméticos no cotidiano: o ensino de Química a partir de Podcast com enfoque CTSA. **Educitec-Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico**, v. 9, n. jan./dez., p. e205323-e205323, 2023.

CORREIA, Daniele et al. Experimentação investigativa no estágio: as situações-limite superadas pelos licenciandos em química da UFMS. **Revista Insignare Scientia-RIS**, v. 6, n. 2, p. 424-442, 2023.

COSTOLDI, R.; POLINARSKI, C.A. Utilização de recursos didático- pedagógicos na motivação da aprendizagem. **Simpósio internacional de ensino e tecnologia**, v. 1, p. 684-69, 2009.

CUNHA, J. S.; SOUZA, L. B.; VIEIRA, É. N. R.; LEITE JÚNIOR, B. R. de C. **Teste do álcool e do alizarol: primeiro passo para seleção do leite**. MilkPoint, 29 set. 2021. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/lipaufv/teste-do-alcool-e-do-alizarol-1-passo-para-selecao-do-leite-227443/>. Acesso em: 10 ago. 2025.

CUNHA, T. A. S. **As dificuldades de implantação de atividades experimentais investigativas no ensino de química**. Monografia (Graduação em Química). Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.

DAPIEVE, Diane Ferreira; RODRIGUES, Maria Aparecida. Visão de licenciandos em química sobre a divulgação científica como recurso didático no ensino de Química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 4, p. 369-384, 2020.

DIONÍZIO, Thaís Petizero; PAIVA, Lucas Soares. Estratégias didáticas para o avanço dos processos de ensino e de aprendizagem durante a Pandemia da COVID-19. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e2431025498-e2431025498, 2021.

FIALHO, Neusa Nogueira. **Jogos no ensino de química e biologia**. Editora Intersaberes, 2024.

FLEURY, Maria Tereza Leme; COSTA WERLANG, Sergio Ribeiro. Pesquisa aplicada: conceitos e abordagens. **Anuário de Pesquisa GVPesquisa**, 2016.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. São Paulo: Artmed, 2009.

FONSECA, L. M.; SANTOS, M. V. **Qualidade do leite e controle da mastite**. São Paulo: Lemos Editorial, 2000.

FRANCO, Fabiane; POLETTTO, Rodrigo; GUIMARÃES, Fernando Manoel Seixas. A Experimentação como Recurso Pedagógico da Alfabetização Científica no Ensino Fundamental Anos Iniciais. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, v. 25, n. 5, p. 711-717, 2024.

GALIAZZI, Maria do Carmo; GONÇALVES, Fábio P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em Química. **Química Nova**, v. 27, n. 2, pp. 326, 2004.

GAMA, Bianca M.; ALVES, Andréa Aparecida R. Reelaboração de um jogo: recurso didático como facilitador do processo de ensino e aprendizagem no ensino de química. **Química Nova na Escola**, v. 44, n. 1, p. 17-25, 2022.

GERALDI, João Wanderley. **Portos de passagem**. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

GIL-PÉREZ, Daniel; CASTRO, Pablo Valdes, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 14, n. 2, pp. 155-163, 1996.

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

GOI, Mara Elisângela Jappe; SANTOS, Flávia Maria Teixeira. A Construção do Conhecimento Químico por Estratégias de Resolução de Problemas. In: **IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IV ENPEC**, Bauru – São Paulo, Anais [...], Bauru, SP, 2003.

GONÇALVES, Fábio Peres; GALIAZZI, Maria do Carmo. A natureza das atividades experimentais no ensino de Ciências: um programa de pesquisa educativa nos cursos de Licenciatura. **Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores**. Ijuí, Ed. Unijuí, p. 237-252, 2004.

GONÇALVES, Fábio Peres; MARQUES, Carlos Alberto. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de Química. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, pp. 219-238, 2006.

GONÇALVES, Raquel Pereira Neves; GOI, Mara Elisângela Jappe. A construção do conhecimento químico por meio do uso da Metodologia de Experimentação Investigativa. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 8, n. 2, p. 31-40, 2022.

GUIMARÃES, C. C. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n.3, 2009.

HODSON, D. **Ensino de ciência: Construtivismo e educação científica crítica**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. **Review of Educational Research**, Washington, v. 52, n. 2, p. 201–217, 1982.

IGNÁCIO, Renato; SANTOS JÚNIOR, Valdir Bezerra; DIAS, Marlene Alves. Modelo epistemológico de referência na teoria antropológica do didático: hipótese e aplicação em problemas didáticos de cálculo diferencial e integral. **Educação Matemática Pesquisa Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática**, v. 26, n. 3, p. 279-302, 2024.

IMBERNÓN, Francisco. **Formação docente e profissional: formar-se para a mudança e a incerteza**. Cortez editora, 2022.

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 77, DE 26 DE NOVEMBRO DE 2018.

<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/plano-de-qualificacao-de-fornecedores-de-leite/arquivos-do-pqfl/IN772018QualificodefornecedoresdeleiteatualizadapelaIN5919.pdf>. Acesso em 26 de Outubro 2024

INSTRUÇÃO Normativa Mapa nº 62, de 29 de dezembro de 2011. O Ministro de Estado, Interino, da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em https://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-62-2011_78285.html. Acesso em 26 de Outubro 2024.

JÚNIOR, João Fernando Costa et al. Um olhar pedagógico sobre a Aprendizagem Significativa de David Ausubel. **Rebena-Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, v. 5, p. 51-68, 2023.

JUNIOR, W. E. F.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação Problematicadora: Fundamentos Teóricos e Práticos para a Aplicação em Salas de Aula de Ciências. **Química Nova na Escola**, n. 30, p. 34-41, NOVEMBRO 2008.

KUBOTA, L. C. (Org.). Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. **Digitalização e tecnologias da informação e comunicação: oportunidades e desafios para o Brasil**. Rio de Janeiro: Ipea, 2024. 440 p. Disponível em:

<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/258c4ad4-2f1e-4800-8dcc-cd167d939992/content>. Acesso em: 10 abr. 2025.

LAZAROWITZ, R.; TAMIR, P. Research on using laboratory instruction in science. In: GABEL, D. L. (Ed.). **Handbook of research on science teaching and learning**. New York: Macmillan, 1994. p. 94–130.

LIMA, N. R. de.; CIASCA, M. I. F. L. História da avaliação pedagógica do livro e do material didático no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, 2020.

MANCUSO, Ronaldo (Orgs.). **Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores**. Ijuí: Editora Unijuí, 2004.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa MAPA nº 62 de 29/12/2011**. 2011 Online. Disponível em

<https://sidago.agrodefesa.gov.br/site/adicionaispropios/protocolo/arquivos/409869.pdf>.

Acesso em 11 abr. 25.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

MARIN, M. J. S. et al. Aspectos das fortalezas e fragilidades no uso das metodologias ativas de aprendizagem. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Brasília, v. 34, n. 1, p. 13-20, 2010.

MIRANDA, Simão. **Estratégias didáticas para aulas criativas**. Papirus Editora, 2020.

MOREIRA, Hellem Renata; ROSA, Livia Maria Ribeiro; SUART, Rita de Cássia. Analisando interações argumentativas entre alunos do ensino médio e licenciando em química: contribuição para a formação inicial docente. In: **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – VIII ENPEC**, Anais [...], Campinas, SP, 2011.

NASCIMENTO, Leidiane do Socorro Melo; COSTA CARDOSO, Maria Barbara. Uso de tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na Educação de Jovens e Adultos em uma escola de Castanhal, Pará–Brasil. **Research, Society and Development**, v. 13, n. 12, p. e216131247972-e216131247972, 2024.

OLIVEIRA, Noé; SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa. As atividades de experimentação investigativa em ciência na sala de aula de escolas de ensino médio e suas interações com o lúdico. In: **ENEQ**, 15, Anais [...], Brasília, 2010.

PASHA, M. A.; NARAYANA, M. An easy spectrophotometric method for the determination of hypochlorite using Rhodamine B. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 18, n. 1, p. 169–174, 2007.

PASSOS, Blanchard Silva; VASCONCELOS, Ana Karine Portela. O laboratório didático e a formação docente: investigando o contexto e as concepções dos professores de química. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 14, p. e220111436376-e220111436376, 2022.

PAULO, Flavson Damião de. **Qualidade físico-química do leite, comercializado em um município da fronteira oeste do Rio Grande do Sul**. Ciência e Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal do Pampa, Itaquí, 2024.

PEREIRA, A. C.; MACHADO, L. C. Variações do pH no leite e suas implicações na qualidade. **Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 1, p. 45-52, 2017.

PEREIRA, C. E.; CARDOSO, P. H. G. Contribuição das Instituições de Ensino Superior no processo de crescimento e desenvolvimento da Região Metropolitana do Cariri Ceará Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, p. 1-20, 2020.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. 11ª ed. Petrópolis: Vozes, 2001

REIS, Fabiano Alexandre Furtado. **Contextualização do ensino do componente curricular química: experimentação como método pedagógico**. Dissertação (Mestrado em Educação Agrícola) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2024.

SANTOS, F. R. dos.; AMARAL, C. L. C. A química forense como tema contextualizador no ensino de química. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, p. 1-15, 2020.

SANTOS, Hercules Pimenta dos. **Roteiro para Elaboração de Projetos de Ação/Intervenção V. 2.0**. Academia.Edu, 2020. Disponível em <https://ufmg.academia.edu/HerculesSantos>. Acesso em 26 mar. 24.

SANTOS, Hercules Pimenta. O professor diante da demanda do aluno do XXI: trabalhando com tecnologias e mídias de potencial educativo. **Debates em Educação**, v. 11, n. 24, p. 245-258, 2019. Disponível em <https://ufmg.academia.edu/HerculesSantos>. Acesso em 10 mar. 24.

SANTOS, Hercules Pimenta. **Quero entrar para um mestrado em uma universidade pública**: dicas e orientações sobre seus processos e a elaboração de projetos de pesquisa, ação ou intervenção. 2019b. Disponível em <https://ufmg.academia.edu/HerculesSantos>. Acesso em 28 mar. 24.

SANTOS, Hercules Pimenta. **Tecnologias e mídias educativas** - Recurso eletrônico, e-pub.. 1. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2017. v. 1. Disponível em <https://www.ufmg.br/ead/epubs/index.php/2018/09/12/tecnologias-e-midias-educativas/>. Acesso em 17 mar. 24.

SANTOS, Tiago Bratiliéri et al. Investigação de fraudes e caracterização físico química e microbiológica em leite cru comercializado informalmente no município de Ariquemes-RO. **Revista Edutec**, v. 3, n. 1, 2022.

SILVA, J. B. da. A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel: uma análise das condições necessárias. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, 2020.

SILVESTRIN, Patricia Dalmás; SODRÉ, Lainy Waleska; OLIVEIRA, Aline Pedrosa. Análise da qualidade físico-química do leite cru entregue a uma cooperativa beneficiadora do

município de Juína-MT. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. e59811125476-e59811125476, 2022.

SOUSA, Angélica Silva; OLIVEIRA, Guilherme Saramago; ALVES, Laís Hilário. A pesquisa bibliográfica: princípios e fundamentos. **Cadernos da FUCAMP**, v. 20, n. 43, 2021.

TRIVELATO, S.L.F.; OLIVEIRA, O.B. Práticas docentes: o que pensam os professores de ciências biológicas em formação. **XIII ENDIPE**. Rio de Janeiro, 2006.

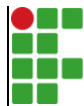
URANI, Fabiana de Souza; MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens. Avaliação sobre o uso do Açúcar no Ensino Aprendizagem dos Conceitos de Materiais e Substâncias no 9º ano. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC, **Anais [...]**, Águas de Lindóia, SP, 2013.

VASCONCELOS, E. S. et al. Jogos: uma forma lúdica de ensinar. In: **Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**, 7., Palmas, Tocantins, Anais... 2012.

WARTHA, Edson José; SILVA, EL da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química nova na escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

WILSEK, Marilei Aparecida G. **Ensinar e Aprender Ciências no Ensino Fundamental com Atividades Investigativas através da Resolução de Problemas**. Curitiba, 2009.

ZANON, Dulcimeire Volante; FREITAS, Denise de. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v.10, p. 93-103, 2007.



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
Campus Sousa - Código INEP: 25018027
Av. Pres. Tancredo Neves, S/N, Jardim Sorrilândia III, CEP 58805-345, Sousa (PB)
CNPJ: 10.783.898/0004-18 - Telefone: None

Documento Digitalizado Ostensivo (Público)

Entrega de trabalho de conclusão de curso

Assunto:	Entrega de trabalho de conclusão de curso
Assinado por:	Erivaldo Oliveira
Tipo do Documento:	Anexo
Situação:	Finalizado
Nível de Acesso:	Ostensivo (Público)
Tipo do Conferência:	Cópia Simples

Documento assinado eletronicamente por:

- **Erivaldo Silva de Oliveira, ALUNO (201918740012) DE LICENCIATURA EM QUÍMICA - SOUSA**, em 05/11/2025 16:18:19.

Este documento foi armazenado no SUAP em 05/11/2025. Para comprovar sua integridade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifpb.edu.br/verificar-documento-externo/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 1662431

Código de Autenticação: 2767abe99c

